

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC879 U.S. PTO
10/042607
01/09/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 5月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-160220

出 願 人

Applicant(s):

日本ビクター株式会社

2001年12月14日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3108212

【書類名】 特許願

【整理番号】 413000413

【提出日】 平成13年 5月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/26

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本
 ビクター株式会社内

 【氏名】 鈴木 鉄二

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本
 ビクター株式会社内

 【氏名】 浅倉 伝

【特許出願人】

 【識別番号】 000004329

 【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

 【代表者】 守随 武雄

 【電話番号】 045-450-2423

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 特願2001- 11544

 【出願日】 平成13年 1月19日

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003654

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 色分解合成光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対角方向に形成された偏光分離面がX字状になるように配置された立方体または角柱状の第1乃至第4の偏光ビームスプリッターと、

前記第1の偏光ビームスプリッターと前記第4の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第1の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第1偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第1乃至前記第4の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を90°回転させる波長選択性変換手段とからなり、

前記第1乃至前記第4偏光ビームスプリッターのうち、いずれか3つの偏光ビームスプリッターと前記波長選択性変換手段を接合して一体化形成された光学部材と残りの1つの偏光ビームスプリッターの間に空隙を設けたことを特徴とする色分解合成光学系。

【請求項 2】

対角方向に形成された偏光分離面がX字状になるように配置された立方体または角柱状の第1乃至第4の偏光ビームスプリッターと、

前記第1の偏光ビームスプリッターと前記第4の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第1の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第1偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第1乃至前記第4の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を90°回転させる波長選択性変換手段とからなり、

前記第1乃至前記第4偏光ビームスプリッターのうち、互いに隣接するいずれ

か 2 つの偏光ビームスプリッターとこの 2 つの偏光ビームスプリッター間に配置された前記波長選択性変換手段とを接合して一体化した光学部材と残りの 2 つの偏光ビームスプリッターの間に空隙を設けたことを特徴とする色分解合成光学系。

【請求項 3】

前記空隙を透明な緩衝部材で充填したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の色分解合成光学系。

【請求項 4】

前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_o \text{ 及び } K_m$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系。

【請求項 5】

前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i \text{ 及び } K_m < K_o$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系。

【請求項 6】

前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_m < K_o$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系。

【請求項 7】

対角方向に形成された偏光分離面がX字状になるように配置された立方体または角柱状の第1乃至第4の偏光ビームスプリッターと、

前記第1の偏光ビームスプリッターと前記第4の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第1の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第1偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第4の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第1乃至前記第4の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を90°回転させる波長選択性変換手段とからなり、

前記第1の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第2乃至第3の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第4の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_o \text{ 及び } K_m$$

$$\text{または } K_i \text{ 及び } K_m < K_o$$

$$\text{若しくは } K_i < K_m < K_o$$

のいずれかの関係を有することを特徴とする色分解合成光学系。

【請求項8】

前記第1乃至前記第4の偏光ビームスプリッター及び前記波長選択性変換手段がそれぞれ互いに接合されていることを特徴とする請求項7記載の色分解合成光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反射型投射表示装置に適用される偏光ビームスプリッターを備えた色分解合成光学系に係り、特に偏光ビームスプリッターの複屈折に起因した映像品質の劣化の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラー投射表示装置は、白色光から3原色光に係るR（赤）、G（緑）、B（

青)の色光を分解して対応色の空間光変調素子に導き、当該空間光変調素子で映像信号に応じて光変調された色光を合成して投射し、スクリーン上にカラー映像を表示させるものである。

【 0 0 0 3 】

カラー投射表示装置は、それに適用される空間光変調素子の種類によって3種類に大別される。例えば、透過型の空間光変調素子を適用したもの、反射型の空間光変調素子を適用したもの、またはDMD (Digital Mirror Device) を適用したものがある。

【 0 0 0 4 】

透過型空間光変調素子及びDMDは、光学構成が比較的簡単にできるために小型化が容易であるが高解像度化に難がある。一方、反射型の空間光変調素子は高解像度化に有利であるが光学構成が複雑となるために小型化に難がある。

【 0 0 0 5 】

特に、反射型の空間光変調素子を適用した投射表示装置は、空間光変調素子を照射する入射光と当該空間光変調素子で変調された反射光とを分離するために偏光ビームスプリッターを必要とする。高コントラストを実現するためには一つの空間光変調素子に対して、通常2つ以上の偏光ビームスプリッターを作用させるために、これが反射型の投射表示装置の光学構成を複雑にしていた。

【 0 0 0 6 】

このような反射型の空間光変調素子における光学構成の課題を解決した色分解合成光学系が、最近、米国のカラーリンク社 (Colorlink inc.) から提供された。また、これに関しては、文献 (Michael G. Robinson et. "High Contrast Color Splitting Architecture Using Color Polarization Filters", SID 00 DIGEST, 92-95 (2000) に紹介されている。

【 0 0 0 7 】

図 2 8 は、カラーリンク社が提供する反射型空間光変調素子を適用した投射表示装置の光学構成を示した概略平面図である。

色分解合成光学系 2 9 0 (図中破線で囲まれた部分) は、立方体または角柱状の第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 2、1 0 3、1 0 4、1 0 5 を、

その偏光分離面 1 2 1、1 3 1、1 4 1、1 5 1 が略 X 字状に交差するように配置したものであり、さらに、第 1 の偏光ビームスプリッター 1 0 2 の光入射面側（図 2 8 においては、第 1 の偏光ビームスプリッター 1 0 2 の左側面部）、及び第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 5 の光出射面側（図 2 8 においては、第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 5 の右側面部）には、共に直線偏光の G 光の偏波面を 90° 回転する機能を有する第 1 の波長選択性偏光変換手段（G 用位相板）1 0 6、1 0 7 を、また、第 1 と第 3 の偏光ビームスプリッター 1 0 2、1 0 4 間及び第 3 と第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 4、1 0 5 間には、共に直線偏光の R 光の偏波面を 90° 回転させる機能を有する第 2 の波長選択性偏光変換手段（R 用位相板）1 0 8、1 0 9 を備えている。

【 0 0 0 8 】

ここで直線偏光とは、偏波面が互いに直交する S 偏光と P 偏光とがあり、S 偏光及び P 偏光は各偏光の偏波面と、それが入射する偏光ビームスプリッターの偏光分離面との相対関係で決まる。即ち、各偏光の偏波面が偏光ビームスプリッターの偏光分離面に対する入射面に垂直である場合には S 偏光といい、平行である場合には P 偏光という。

【 0 0 0 9 】

上記第 1 の波長選択性偏光変換手段（G 用位相板）1 0 6、1 0 7 には、図 2 9 に示す特性を有する位相板が適用される。図 2 9 においてクロスーポラライザー（Crossed Polarizers）とは、波長選択性偏光変換手段を介して偏光子と検光子とをクロスに配置して測定したときの出力光の分光特性であり、パラレルーポラライザー（Parallel Polarizers）とは、偏光子と検光子とをパラレルに配置したときの出力光の分光特性である。同図より、G 光の偏波面が 90° 回転していることが分かる。

【 0 0 1 0 】

また、上記第 2 の波長選択性偏光変換手段（R 用位相板）1 0 8、1 0 9 は図 3 0 に示す特性を有している。図 3 0 においてクロスーポラライザー及びパラレルーポラライザーとは、上記したものと同一の意味である。同図より、R 光の偏波面が 90° 回転していることが分かる。

【 0 0 1 1 】

また、B光の偏波面のみを 90° 回転させる機能を有する波長選択性偏光変換手段（B用位相板）も作製することが可能であり、この場合の分光特性は図31となる。

なお、これらの波長選択性偏光変換手段については、USP 5 7 5 1 3 8 4に詳細に説明されている。

【 0 0 1 2 】

上記の色分解合成光学系290においては、第1の偏光ビームスプリッター102が光入射側偏光ビームスプリッターとなり、また、その対角に位置する第4の偏光ビームスプリッター105が光出射側偏光ビームスプリッターとなる。また、その中間位置に配置された第2及び第3の偏光ビームスプリッター103、104は、反射型空間光変調素子を照射する入射光と当該反射型空間光変調素子で変調された反射光を分離する作用をする、いわゆる主偏光ビームスプリッターとなる。

【 0 0 1 3 】

上記色分解合成光学系290の第2の偏光ビームスプリッター（主偏光ビームスプリッター）103の透光面103c側にはG対応の反射型空間光変調素子161を、第3の偏光ビームスプリッター（主偏光ビームスプリッター）104の透光面104b側にはR対応の反射型空間光変調素子162を、また透光面104a側にはB対応の反射型空間光変調素子163を備え、さらに第1の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）102の光入射側（透光面102a）前方には白色光を発する光源171及び第1の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）102の偏光分離面121に対してS偏光の関係を有する直線偏光のみを透過させるように透過軸を選択した第1の偏光板181を備え、また第4の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）105の光出射側（透光面105c）後方には、第4の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）105の偏光分離面151に対してP偏光の関係を有する直線偏光のみを透過させるように透過軸を選択した第2の偏光板182、及びカラーの映像光を拡大投影する投射レンズ191を備え

て投射表示装置 3 0 0 を構成している。

【 0 0 1 4 】

なお、第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 2、1 0 3、1 0 4、1 0 5 の各偏光分離面 1 2 1、1 3 1、1 4 1、1 5 1 は、その入射面が共通面となるように配置されているため、S 偏光及び P 偏光を決める直線偏光の偏波面と偏光分離面との相対関係は、全ての偏光ビームスプリッターに対して同じとなることから、以下 S 偏光及び P 偏光がいずれの偏光ビームスプリッターの偏光分離面に対するものであるかの説明は省略する。

【 0 0 1 5 】

上記投射表示装置 3 0 0 は次のように動作する。

光源 1 7 1 から発した不定偏光の白色光は第 1 の偏光板 1 8 1 に入射する。そして、S 偏光（図 2 8 中、中心が黒の二重丸記号。以下同じ。）のみが第 1 の偏光板 1 8 1 を透過して、第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 に入射する。

第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 は G 光のみの偏波面を 90° 回転させる G 用位相板（図 2 9 を参照）であるため、第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 を透過する G 光（図 2 8 の実線）に係る S 偏光は P 偏光（図 2 8 中、両方矢印記号。以下同じ。）に変換される。また、第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 は R 光（図 2 8 の破線）及び B 光（図 2 8 の 2 点鎖線）に対しては何ら作用しないため、それらは S 偏光のままである。

以後、それぞれの色光について個別にその光路及び偏波面の変移について説明する。

【 0 0 1 6 】

先ず、第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 を透過した P 偏光の G 光（実線）は、第 1 及び第 2 の偏光ビームスプリッター 1 0 2、1 0 3 の偏光分離面 1 2 1、1 3 1 を透過直進して、第 2 の偏光ビームスプリッター 1 0 3 の透光面 1 0 3 c より出射して G 対応の反射型空間光変調素子 1 6 1 に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子 1 6 1 において G 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【 0 0 1 7 】

光変調されて生成したG光のS偏光成分は、第2の偏光ビームスプリッター103の偏光分離面131で反射され、第4の偏光ビームスプリッター105に入射する。そして、第4の偏光ビームスプリッター105の偏光分離面151において反射され、第4の偏光ビームスプリッター105の透光面105cより出射し、後段に配置した第2の波長選択性偏光変換手段107に入射する。

第2の波長選択性偏光変換手段107は前述したようにG光に係る偏波面を90°回転させる機能を有するものであるので、G光のS偏光はP偏光に変換されて出射する。

【0018】

次に、R光（破線）について説明する。第1の波長選択性偏光変換手段106を透過したS偏光のR光は、第1の偏光ビームスプリッター102の偏光分離面121で反射され第2の波長選択性偏光変換手段108に入射する。ここで、第2の波長選択性偏光変換手段108はR光の偏波面を90°回転させるR用位相板であるため、R光はS偏光からP偏光に偏光変換されてこれを出射し、第3の偏光ビームスプリッター104に入射する。さらに、P偏光のR光は第3の偏光ビームスプリッター104の偏光分離面141を直進透過して透光面104bより出射し、R対応の反射型空間光変調素子162に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子162においてR対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【0019】

光変調されて生成したR光のS偏光成分は、第3の偏光ビームスプリッター104の偏光分離面141で反射され、第2の波長選択性偏光変換手段109に入射する。当該第2の波長選択性偏光変換手段109は上記したようにR用位相板であるため、R光のS偏光成分はP偏光に偏光変換されて第4の偏光ビームスプリッター105に入射する。そして、第4の偏光ビームスプリッター105の偏光分離面151を透過直進して、第4の偏光ビームスプリッター105の透光面105cより出射し、後段に配置した第1の波長選択性偏光変換手段107に入射する。

第1の波長選択性偏光変換手段107は前述したように、G用位相板であるた

め R 光には何ら作用せず、R 光は P 偏光のままこれを出射する。

【 0 0 2 0 】

次に、B 光（2 点鎖線）について説明する。第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 6 を透過した S 偏光の B 光は、第 1 の偏光ビームスプリッター 1 0 2 の偏光分離面 1 2 1 で反射され第 2 の波長選択性偏光変換手段 1 0 8 に入射する。ここで、第 2 の波長選択性偏光変換手段 1 0 8 は上記したように R 用位相板であるため B 光には何ら作用せず、B 光は偏光変換されることなく S 偏光のままこれを出射し、第 3 の偏光ビームスプリッター 1 0 4 に入射する。

【 0 0 2 1 】

S 偏光の B 光は第 3 の偏光ビームスプリッター 1 0 4 の偏光分離面 1 4 1 で反射され透光面 1 0 4 a より出射し、B 対応の反射型空間光変調素子 1 6 3 に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子 1 6 3 において B 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【 0 0 2 2 】

光変調されて生成した B 光の P 偏光成分は、第 3 の偏光ビームスプリッター 1 0 4 の偏光分離面 1 4 1 を透過直進し第 2 の波長選択性偏光変換手段 1 0 9 に入射する。当該第 2 の波長選択性偏光変換手段 1 0 9 は上記したように R 用位相板であるため B 光に対しては何ら作用せず、B 光は P 偏光のままこれを出射して第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 5 に入射する。そして、第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 5 の偏光分離面 1 5 1 を透過直進して、第 4 の偏光ビームスプリッター 1 0 5 の透光面 1 0 5 c より出射し、後段に配置した第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 7 に入射する。

第 1 の波長選択性偏光変換手段 1 0 7 は前述したように、G 用位相板であるため B 光には何ら作用せず、B 光は P 偏光のままこれを出射する。

こうして、R 光、G 光、B 光の偏波面は P 偏光に揃えられて、投射レンズ 1 9 1 を介して図示せぬスクリーンにカラー映像を拡大表示する。

【 0 0 2 3 】

以上説明したように、上記投射表示装置 3 0 0 によれば 1 つの反射型空間光変調素子に対して 3 個の偏光ビームスプリッターを作用させていながら、比較的簡

易な光学構成とすることができ、高コントラストな投射表示装置が実現できると
いう特徴を有している。

【 0 0 2 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した投射表示装置では、光源として 1 0 0 W 以上の高輝度
な放電ランプを適用した場合に、偏光ビームスプリッターの透光部材の選択を誤
ると、当該透光部材の複屈折の影響を受けて黒表示画面の角隅のコントラストを
低下（黒浮き）させ、表示品質を劣化させる問題があった。

【 0 0 2 5 】

このような問題に対しては、偏光ビームスプリッターの透光部材として、光弾
性定数の絶対値が $1.5 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ 以下である透光性材料を適用するの
が効果的であることが特開平 9 - 5 4 2 1 3 号公報に開示されている。

特開平 9 - 5 4 2 1 3 号公報が開示するところによれば、少なくとも反射型の
空間光変調素子に照射する入射光と、当該空間光変調素子からの変調された反射
光を分離するいわゆる主偏光ビームスプリッターについて、その透光部材として
上記の光弾性定数の低い透光性材料を適用するのが効果的であることを開示して
いる。

【 0 0 2 6 】

しかし、本発明者等が検討したところによれば、上述の色分解合成光学系 2 9
0 を用いた投射表示装置 3 0 0 においては、主偏光ビームスプリッター（第 2、
第 3 の偏光ビームスプリッター 1 0 3、1 0 4）についてのみ上記のような光弾
性定数の低い透光性材料を適用しても、複屈折の問題を解消することができない
ことが分かった。

【 0 0 2 7 】

もちろん、4 個の偏光ビームスプリッターの全てについて、上記した光弾性定
数の低い透光性材料を適用すれば効果的であることは容易に予想できるが、この
場合、色分解合成光学系が高価になる問題がある。

即ち、一般に、光弾性定数の低い透光性材料は、鉛を多く含有する光学ガラス
基体であり脆くて軟らかく加工が困難であるために、一般的な光学ガラスである

B K 7 等に比して価格が数倍から数十倍と高価である。

【 0 0 2 8 】

また、カラーリンク社が提供する色分解合成光学系 2 9 0 は、全ての構成要素を接着材によって接合したものである。そのため、熱サイクルの信頼性試験において当該接合部が剥離してしまい信頼性に問題があった。

【 0 0 2 9 】

この理由は、4 個の偏光ビームスプリッターをその偏光分離面が X 字状に交差するように配置しているため、信頼性試験における温度上昇または冷却時の各光学要素の熱膨張または熱収縮に伴う応力が、当該交差部を中心に円周方向に発生し、その結果接合部には温度上昇時の外向きのせん断応力、また冷却時の引っ張り応力が作用し、上記した剥離の問題が生じたものと推察できる。

【 0 0 3 0 】

本発明は、懸かる問題を解決するためになされたものであり、偏光ビームスプリッターの複屈折を抑制し、反射型投射表示装置に好適な廉価で信頼性に優れた色分解合成光学系を提供することを目的とする。

【 0 0 3 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の発明は、対角方向に形成された偏光分離面が X 字状になるように配置された立方体または角柱状の第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッターと、前記第 1 の偏光ビームスプリッターと前記第 4 の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第 1 の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第 1 偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第 1 乃至前記第 4 の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2 つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を 9 0 ° 回転させる波長選択性変換手段とからなり、前記第 1 乃至前記第 4 偏光ビームスプリッターのうち、いずれか 3 つの偏光ビームスプリッターと前記波長選択性変換手段を接合して一体化した光学部材と残りの 1 つの偏光ビームスプリッターの間に空隙を設けたことを特徴とする色分解合成光学系を提供する。

第 2 の発明は、対角方向に形成された偏光分離面が X 字状になるように配置された立方体または角柱状の第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッターと、前記第 1 の偏光ビームスプリッターと前記第 4 の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第 1 の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第 1 偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第 1 乃至前記第 4 の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2 つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を 90° 回転させる波長選択性変換手段とからなり、前記第 1 乃至前記第 4 偏光ビームスプリッターのうち、互いに隣接するいずれか 2 つの偏光ビームスプリッターとこの 2 つの偏光ビームスプリッター間に配置された前記波長選択性変換手段とを接合して一体化した光学部材と残りの 2 つの偏光ビームスプリッターの間に空隙を設けたことを特徴とする色分解合成光学系を提供する。

第 3 の発明は、前記空隙を透明な緩衝部材で充填したことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の色分解合成光学系を提供する。

第 4 の発明は、前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_o \text{ 及び } K_m$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系を提供する。

第 5 の発明は、前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i \text{ 及び } K_m < K_o$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系を提供する。

第 6 の発明は、前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビ

ームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_m < K_o$$

の関係を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の色分解合成光学系を提供する。

第 7 の発明は、対角方向に形成された偏光分離面が X 字状になるように配置された立方体または角柱状の第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッターと、前記第 1 の偏光ビームスプリッターと前記第 4 の偏光ビームスプリッターとが対角、かつ前記第 1 の偏光ビームスプリッターが光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターが光出射側に配置される時、前記第 1 偏光ビームスプリッターの光入射側、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光出射側及び前記第 1 乃至前記第 4 の偏光ビームスプリッターの互いに直交する内側対向面のうち、2 つ以上の前記内側対向面の間に配置された所定の色光の偏波面を 90° 回転させる波長選択性変換手段とからなり、前記第 1 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_i 、前記第 2 乃至第 3 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_m 、前記第 4 の偏光ビームスプリッターの光弾性定数を K_o とする時、

$$K_i < K_o \text{ 及び } K_m$$

$$\text{または } K_i \text{ 及び } K_m < K_o$$

$$\text{若しくは } K_i < K_m < K_o$$

のいずれかの関係を有することを特徴とする色分解合成光学系を提供する。

第 8 の発明は、前記第 1 乃至前記第 4 の偏光ビームスプリッター及び前記波長選択性変換手段がそれぞれ互いに接合されていることを特徴とする請求項 7 記載の色分解合成光学系を提供する。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照して本発明の各実施形態について詳細に説明する。

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態を説明する概略平面図である。

図 1 において、1 は本発明の第 1 実施形態の色分解合成光学系であり、以下の構成を有している。

即ち、立方体または角柱状の第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 を、各偏光ビームスプリッターの偏光分離面 2 1、3 1、4 1、5 1、が略 X 字状に交差するように配置している。この場合、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 が光入射側偏光ビームスプリッターであり、その対角の位置に配置された第 4 の偏光ビームスプリッター 5 が光出射側偏光ビームスプリッターである。

なお、光入射側偏光ビームスプリッターをいずれに選択するかは自由であるが、そのいずれの場合にも光入射側偏光ビームスプリッターの対角に位置する偏光ビームスプリッターが必ず光出射側偏光ビームスプリッターとされる。

【 0 0 3 3 】

第 1 の偏光ビームスプリッター 2（光入射側偏光ビームスプリッター）の 4 つの透光面 2 a，2 b，2 c，2 d のうち選択された一の透光面 2 a（光入射側面）の手前、及び第 4 の偏光ビームスプリッター 5（光出射側偏光ビームスプリッター）の 4 つの透光面 5 a，5 b，5 c，5 d のうち選択された一の透光面 5 c（光出射側面）の後方には直線偏光の G 光の偏波面を 90° 回転させる第 1 の波長選択性偏光変換手段（以下、G 用位相板という）6、7 が配置されている。

【 0 0 3 4 】

また、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 と第 3 の偏光ビームスプリッター 4 との間、及び第 3 の偏光ビームスプリッター 4 と第 4 の偏光ビームスプリッター 5 との間には、共に直線偏光の R 光の偏波面を 90° 回転させる第 2 の波長選択性偏光変換手段（以下、R 用位相板という）8、9 を備えている。

【 0 0 3 5 】

さらに、色分解合成光学系 1 は、G 用位相板 6 及び第 1 の偏光ビームスプリッター 2 を除く、第 2 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 3、4、5、G 用位相板 7 及び R 用位相板 8、9 を透明な接着剤等の接合部材 1 0 によって一体的に接合し、接合された光学部材 1 1 を形成している。なお、G 用位相板 6 と第 1 の偏光ビームスプリッター 2 とは接合、又は分離して空隙を形成してもよい（図 1 においては、分離して示している）。また、R 用位相板 8 を第 1 の偏光ビームスプリッター 2 に接合し、R 用位相板 8 と第 3 の偏光ビームスプリッター 4 との間で分離して空隙を形成してもよい。

【 0 0 3 6 】

本発明の第 1 実施形態の色分解合成光学系 1 においては、G 光に対応した空間光変調素子 6 1 は、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 c の側面に配置され、R 光対応の空間光変調素子 6 2 は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の透光面 4 b、また B 光対応の空間光変調素子 6 3 は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の透光面 4 a の側面に配置されることになる。

【 0 0 3 7 】

本発明の第 1 実施形態の色分解光合成学系 1 は、次のようにして白色光から R、G、B 光を色分解し、さらに合成する作用をなす。

まず、白色光の S 偏光が、G 用位相板 6 に対して与えられる。この場合、G 用位相板 6 は G 光のみの偏波面を 90° 回転させる機能を有するもの（図 2 9 参照）であるため、G 用位相板 6 を透過した白色光のうち G 光（図 1 の実線）のみが偏光変換されて S 偏光から P 偏光に変わる。一方、R 光（図 1 の破線）及び B 光（図 1 の 2 点鎖線）は S 偏光のままである。

以後、それぞれの色光について個別にその光路及び偏波面の変移について説明する。

【 0 0 3 8 】

まず、G 用位相板 6 を透過した G 光について説明する。

G 光（実線）は、上記したように P 偏光に変換されている。G 光は、第 1 及び第 2 の偏光ビームスプリッター 2、3 の偏光分離面 2 1、3 1 を透過直進して、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 c より出射して G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子 6 1 において G 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【 0 0 3 9 】

ここで光変調されて生成した G 光の S 偏光成分は、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 で反射され、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 に入射する。そして、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 において反射され、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の透光面 5 c より出射し、後段に配置した G 用位相板 7 に入射する。

G用位相板7は前述したようにG光に係る偏波面を 90° 回転させる機能を有するものであるので、G光のS偏光はP偏光に変換されて出射する。

【0040】

次に、R光（破線）について説明する。

G用位相板6を透過したS偏光のR光は、第1の偏光ビームスプリッター2の偏光分離面21で反射されR用位相板8に入射する。ここで、R用位相板8はR光の偏波面を 90° 回転させる機能を有するもの（図30参照）であるため、R光はS偏光からP偏光に偏光変換されてこれを出射し、第3の偏光ビームスプリッター4に入射する。さらに、P偏光のR光は第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41を直進透過して透光面4bより出射し、R対応の反射型空間光変調素子62に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子62においてR対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【0041】

ここで光変調されて生成したR光のS偏光成分は、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41で反射され、R用位相板9に入射する。当該R用位相板9は上記したようにR光の偏波面を変換する機能を有するものであるため、R光のS偏光成分はP偏光に偏光変換されて第4の偏光ビームスプリッター5に入射する。そして、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51を透過直進して、第4の偏光ビームスプリッター5の透光面5cより出射し、後段に配置したG用位相板7に入射する。

G用位相板7は前述したようにR光には何ら作用せず、R光はP偏光のままこれを出射する。

【0042】

次に、B光（2点鎖線）について説明する。G用位相板6を透過したS偏光のB光は、第1の偏光ビームスプリッター2の偏光分離面21で反射されR用位相板8に入射する。ここで、R用位相板8は上記したようにB光には何ら作用せず、B光は偏光変換されることなくS偏光のままこれを出射し、第3の偏光ビームスプリッター4に入射する。

【0043】

S 偏光の B 光は第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射され透光面 4 a より出射し、B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 に入射する。そして、当該反射型空間光変調素子 6 3 において B 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

【 0 0 4 4 】

光変調されて生成した B 光の P 偏光成分は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過直進し R 用位相板 9 に入射する。当該 R 用位相板 9 は上記したように B 光に対しては何ら作用せず、B 光は P 偏光のままこれを出射して第 4 の偏光ビームスプリッター 5 に入射する。そして、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 を透過直進して、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の透光面 5 c より出射し、後段に配置した G 用位相板 9 に入射する。

G 用位相板 9 は前述したように B 光には何ら作用せず、B 光は P 偏光のままこれを出射する。

このようにして、白色光は色分解合成光学系 1 において色分解された後再合成され、R、G、B 光の偏波面が共に P 偏光に揃えられて色分解合成光学系 1 を出射する。

【 0 0 4 5 】

ところが前述したように、色分解合成光学系 1 を B K 7 等の一般的な透光部材で構成した場合には、透光部材の複屈折による黒浮き現象（黒表示において、周辺部に比べ若干輝度を生成する部分が生じる現象）が発生し、映像品質を劣化させる問題があった。

複屈折は透光部材を透過する光によって発生する熱応力や、外的な機械応力によって発生する。例えば、角形状の透光部材において、光束の通過する中央部と角隅部との温度差が大きくなった場合には、角隅部に熱応力が集中し、当該部位に複屈折が生じる場合がある。このような複屈折の生じた部位を直線偏光が透過した場合には、その偏波面が回転させられるために投射映像上にその影響が現れることになる。

【 0 0 4 6 】

この現象を、図 2 を参照してさらに詳しく説明する。

図 2 は、簡易的に、1 個の偏光ビームスプリッター 2 2 と 1 個の反射型空間光変調素子 2 4 と投射レンズ 2 5 とで構成した投射装置を示している。

【 0 0 4 7 】

ところで、複屈折の影響が投射映像上で最も問題になるのは、黒表示における黒浮き現象である。黒表示とは、空間光変調素子 2 4 に入射した光が何ら変調されず、元の光路を逆に戻る状態をいう。即ち、図 2 において、偏光ビームスプリッター 2 2 に対して S 偏光（図 2 中の実線）が入射すると、S 偏光は偏光ビームスプリッター 2 2 の偏光分離面 2 3 で反射され反射型空間光変調素子 2 4 に入射する。上記したように、黒表示の場合には反射型空間光変調素子 2 4 において入射光は、何ら変調されないから反射光は S 偏光のままである。従って、反射型空間光変調素子 2 4 で反射された S 偏光は、偏光分離面 2 3 で再び反射されて入射時と同じ光路を逆に戻ることになる。そのため、投射レンズ 2 5 で投影表示される像は黒となる。

【 0 0 4 8 】

ところが、偏光ビームスプリッター 2 2 の透光部材に複屈折が発生した場合（図 2 において、斜線で示した部位等）、この部位を S 偏光が通過するとその偏波面が回転させられ、P 偏光の成分（図 2 中の破線）を生成することになる。従って、P 偏光の成分は偏光分離面 2 3 を透過して投射レンズ 2 5 を介して図示せぬスクリーンに明部を生じさせる。そのため、黒表示でありながら、表示画面の角隅がやや明るく浮いた状態となる。これが、複屈折の影響になる黒浮き現象である。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、黒表示画面を概念的に示した図である。図 3 の（a）は正常な黒画面であり、（b）は複屈折が生じた時の黒画面である。画面の角隅に複屈折の影響により黒浮きが発生する。

【 0 0 5 0 】

複屈折の原因の一つは、前記したように熱応力によるものである。そこで、発明者等は第 1 実施形態の色分解合成光学系 1 について、第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の表面温度を測定した。図 4 は、その測定結果を

示した図である。このとき使用した光源は、150Wの超高圧水銀ランプである。また、温度測定は、常温中で、光源を点燈してから1時間経過後の各偏光ビームスプリッターの表面温度を測定した。

【0051】

その結果、第1の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2の表面温度が最も高く、特に三角プリズム2Aは39℃と最高の温度であった。

また、2番目に高い温度を表示したのは、第3の偏光ビームスプリッター4の三角プリズム4Aの37.3℃であった。逆に、最も低い温度を表示したのは、第4の偏光ビームスプリッター5で29℃～30℃であった。

なお、図4の温度差は、より高輝度の光源を適用すればさらに拡大する傾向にある。

【0052】

第1の偏光ビームスプリッター2のプリズム2Aの温度が最も高くなった理由は、当該プリズム2AをR、G、B光の入射光及び戻り光が共に通過するためと考えられる。また、第3の偏光ビームスプリッター4のプリズム4Aが2番目に高くなった理由は、R、B光の2色の入射光と戻り光が通過するためと考えられる。一方、第4の偏光ビームスプリッター5の表面温度が最も低くなった理由は、黒表示の際には第4の偏光ビームスプリッター5を通過する光が実質的に存在しないためである。

【0053】

このように、第1の偏光ビームスプリッター2は他のいずれの偏光ビームスプリッターよりも温度が高くなった。このような状況において、従来技術で示したような全ての光学要素を一体的に接合した色分解合成光学系では、各光学要素の温度差がそれぞれの光学要素の熱膨張に差を生じさせ、その結果、各光学要素に対して応力を生成させ複屈折を発生させていると考えられる。特に、使用中最も温度上昇の大きい第1の偏光ビームスプリッター2において、上記の問題が顕著に表れるものと考えられる。

【0054】

ところが、本発明の第 1 実施形態に係る色分解合成光学系 1 においては、複屈折の発生が抑制される効果があった。この理由は、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 を、接合された光学部材 1 1 の第 2 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 3、4、5 及び G 用位相板 7、R 用位相板 8、9 から空隙を介して分離独立して備えたため、他の光学要素との温度差による応力の影響を受けないためと推察できる。

【 0 0 5 5 】

また、本発明の第 1 実施形態に係る色分解合成光学系 1 によれば、熱サイクルの信頼性試験において各光学部材の接合部が剥離するという問題は発生しなかった。これは、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 が接合された光学部材 1 1 から分離独立しているため、信頼性試験における温度上昇または冷却時の、第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の偏光分離面 2 1、3 1、4 1、5 1 の交差部を中心とする円周方向に発生する応力が、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の位置で開放されるためであり、従来技術におけるような接合部において外向きのせん断応力または引っ張り応力の発生がなくなったためと推察できる。

【 0 0 5 6 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

図 5 は、本発明の第 2 実施形態の色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、本発明の第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

図 5 において、5 0 が本発明の第 2 実施形態に係る色分解合成光学系である。図 1 の本発明の第 1 実施形態と類似の構成であるが、光入射側に配置した G 用位相板 6 と第 1 の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2 とを、他の接合された光学部材（第 2 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 3、4、5、光出射側に配置した G 用位相板 7 及び R 用位相板 8、9 の接合体）1 1 から分離し、当該接合された光学部材 1 1 に透明な粘着材またはカップリングオイル等の緩衝部材 1 2 によって貼り付けたものである。なお、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 と G 用位相板 6、また第 3 の偏光ビームスプリッター 4 と R 用位相板 8 は、接合部材 1 0 で接合されていてもまたは粘着材等の緩衝部材 1 2 等で貼

り付けられていても若しくは分離して空隙を備えてもかまわない。

本発明の第 2 実施形態の動作は、本発明の第 1 実施形態と同じであるため説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

本発明の第 2 実施形態によれば、本発明の第 1 実施形態と同様に第 1 の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2 が、接合された光学部材 1 1 に対して自由度を有しているために、光の通過によって第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の温度が、接合された光学部材 1 1 の温度よりも高くなった場合であっても、接合された光学部材 1 1 との間の温度差による熱応力が第 1 の偏光ビームスプリッター 2 に生じ難く、複屈折の問題が生成し難いという効果がある。また、熱サイクルの信頼性試験に対しても、各光学要素の熱膨張または熱収縮による応力が第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の部位で開放されるため、接合部で剥離するという問題が解消される。

【 0 0 5 8 】

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。

図 6 は、本発明の第 3 実施形態の色分解合成光学系の概略平面図である。

図 6 において、6 0 が本発明の第 3 実施形態に係る色分解合成光学系であり、第 2、第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 と、出射側の G 用位相板 7 及び R 用位相板 9 とを接合部材 1 0 によって接合して一体化し、第 1 及び第 3 の偏光ビームスプリッター 2、4 は空隙を介して分離独立して備えたものである。なお、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 と G 用位相板 6、また第 3 の偏光ビームスプリッター 4 と R 用位相板 8 は、接合部材 1 0 で接合されていてもまたは透明な粘着材等の緩衝部材等で貼り付けられていても若しくは分離して空隙を備えていてもかまわない。

本発明の第 3 実施形態の動作は、本発明の第 1 実施形態と同じであるため説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

本発明の第 3 実施形態によれば、光の通過で高温になり易い第 1 及び第 3 の偏

光ビームスプリッター 2、4 を空隙を介して分離独立して備えているため、複屈折に係る熱応力は当該第 1 及び第 3 の偏光ビームスプリッター 2、4 自身の内部温度差によってのみ生成されるため、複屈折の発生が抑制される。また、熱サイクルの信頼性試験に対しても接合された光学部材は両端が開放されているため、熱膨張による応力が開放され剥離の問題は解消される。

【 0 0 6 0 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。

図 7 は、本発明の第 4 実施形態の色分解合成光学系の概略平面図である。

図 7 において、70 が本発明の第 4 実施形態に係る色分解合成光学系であり、第 3、第 4 の偏光ビームスプリッター 4、5 と、出射側の G 用位相板 7 と、R 用位相板 8、9 とを接合部材 10 で接合し、第 1 及び第 2 の偏光ビームスプリッター 2、3 を共に空隙を介して分離独立して備えたものである。なお、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 と G 用位相板 6 は、接合部材 10 で接合されていてもまたは透明な粘着材等の緩衝部材で貼り付けられていても若しくは分離して空隙を備えていてもかまわない。

本発明の第 4 実施形態の動作は、本発明の第 1 実施形態と同じであるため説明を省略する。

【 0 0 6 1 】

本発明の第 4 実施形態によれば、光の通過で高温になり易い第 1 の偏光ビームスプリッター 2 を空隙を介して分離独立して備えているため、複屈折に係る熱応力は当該第 1 の偏光ビームスプリッター 2 自身の内部温度差によってのみ生成されるため、複屈折の発生が抑制される。また、熱サイクルの信頼性試験に対しても接合された光学部材は両端が開放されているため、熱膨張による応力が開放され剥離の問題は解消される。

【 0 0 6 2 】

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。

図 8 は、本発明の第 5 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

図 8 において、80 は本発明の第 5 実施形態の色分解合成光学系であり、第 1

乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5、G用位相板6、7及びR用位相板8、9のいずれも接合部材10によって接合すると共に、第1の偏光ビームスプリッター2とR用位相板8との間にスリット（空隙）13を備えたものである。なお、G用位相板6と第1の偏光ビームスプリッター2とは、分離してもまたは透明な緩衝部材を用いて貼り付けてもかまわない。また、上記スリット13を透明な緩衝部材で埋めてもかまわない。

本発明の第5実施形態の動作は、本発明の第1実施形態と同じであるため説明を省略する。

【0063】

本発明の第5実施形態によれば、光の通過で高温になり易い第1と第3の偏光ビームスプリッター2、4間にスリット13を設けているので、各光学要素の熱膨張の差に基づく応力が当該スリット13において開放されるため、複屈折の発生が抑制される効果がある。

また、熱膨張または熱収縮による第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の偏光分離面21、31、41、51の交差部を中心とする円周方向に発生する応力が、上記したスリット13で開放するため接合部の剥離の問題も解消される。

【0064】

次に、本発明の第6実施形態について説明する。

図9は、本発明の第6実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

図9において、90は本発明の第6実施形態の色分解合成光学系であり、図8の第5実施形態と類似の構成であるが、第1の偏光ビームスプリッター2と第2の偏光ビームスプリッター3との間にスリット（空隙）13を備えた点が異なる。なお、当該スリット13を透明な緩衝部材で埋めてもかまわない。

本発明の第6実施形態の動作は、本発明の第1実施形態と同じであるため説明を省略する。

【0065】

本発明の第6実施形態は、本発明の第5実施形態と同様に光の通過で高温になり易い第1の偏光ビームスプリッター2と隣接した第3の偏光ビームスプリッター

ー 4 との間にスリット 1 3 を設けているので、各光学要素の熱膨張の差に基づく応力が当該スリット 1 3 において開放されるため、複屈折の発生が抑制される効果がある。

また、熱膨張または熱収縮による第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の偏光分離面 2 1、3 1、4 1、5 1 の交差部を中心とする円周方向に発生する応力が、上記したスリット 1 3 で開放するため接合部の剥離の問題も解消される。

【 0 0 6 6 】

(偏光ビームスプリッターを構成する透光部材の光弾性定数の検討)

前述したように偏光ビームスプリッターにおいて発生する複屈折は、それを構成する透光部材の光弾性定数に影響されることが知られている。また、光弾性定数の小さい光学部材であるガラス基体は高価であることも知られている。従って、色分解合成光学系 1 を構成するに当たっては、投影品質と経済性の両面から検討する必要がある。そこで、色分解合成光学系 1 の複屈折の問題について、偏光ビームスプリッターの透光部材であるガラス基体の光弾性定数について実験して検討した。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 は、複屈折の実験に使用した色分解合成光学系の概略平面図である。図 1 と同一要素については同一符号を用いて示し、説明は省略する。

図 1 0 において 1 0 0 は色分解合成光学系であり、第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5、G 用位相板 6、7 及び R 用位相板 8、9 の全ての光学要素を透明な接着材等の接合部材 1 0 によって接合して一体化したものである。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 に、黒表示における複屈折の影響を調べた実験結果を示す。図 1 1 は、第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 について、光弾性定数の異なるガラス基体を用いて試作し、各組み合わせにおける複屈折の影響を評価したものである。

なお、評価結果の記号は、図 1 2 の評価基準に基づく判定結果を記したもので

ある。即ち、×は複屈折の影響が明瞭に現れ実用に耐え得ないレベル、△は廉価な投射表示装置には適用可能なレベル、○は気を付けて観察すれば複屈折の影響が確認されるレベル、◎は複屈折の影響が確認されないレベルを示している。また、図 1 2 には複屈折の評価モデルを例示している。ただし、評価モデルは、これに限定されるものではない。また、複屈折の発生状況は、評価環境によっても異なる。

【 0 0 6 9 】

複屈折の評価は、比較的低輝度の 1 0 0 W の U H P ランプ（商品名、フィリップス社製の超高圧水銀ランプ）と、中程度の輝度である 1 5 0 W の U H P ランプ、及び高輝度の 2 0 0 W の U H L ランプ（商品名、ウシオ社製の超高圧水銀ランプ）を使用して行った。

【 0 0 7 0 】

まず、1 0 0 W の光源に対する複屈折の影響を説明する。

実験例 1 は第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 について共に、光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の B K 7（S C H O T T 製）を使用した場合である。この場合には、複屈折の影響が明らかに確認されるが、表示品質をそれほど重要視しない廉価な投射表示装置には適用可能なレベル（△）であった。

【 0 0 7 1 】

実験例 2 は、第 1 の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2 のみを、光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の S F 1（S C H O T T 製）とし、他は光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の B K 7 を適用したものである。この場合は、気を付けて観察すれば角隅に複屈折の影響が確認されるレベル（○）であった。

【 0 0 7 2 】

実験例 3 は、実験例 2 において、第 1 の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2 の光弾性定数がさらに小さい、 $1.36 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の S F 4（S C H O T T 製）のガラス基体を適用したものである。この場合には、表示画面には複屈折の影響が全く確認されないというレベル（◎）であ

った。

【 0 0 7 3 】

次に、150Wの光源に対する複屈折の影響を説明する。

実験例4は、実験例1と同じ色分解合成光学系を用いたものであり、偏光ビームスプリッターは全て光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のBK7によりなるものである。この場合は、複屈折の影響が明瞭に現れ使用に耐え得ないレベル（×）であった。

【 0 0 7 4 】

実験例5は、第1、第2、第3の偏光ビームスプリッター2、3、4について、光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF1を適用し、第4の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）5には光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のBK7を適用したものである。この場合、複屈折の影響は明らかに確認できるが廉価な投射装置には適用できるレベル（△）であった。

【 0 0 7 5 】

実施例6は、第1、第2、第3の偏光ビームスプリッター2、3、4について、光弾性定数がさらに小さい $1.36 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF4を適用し、第4の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）5には光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のBK7を適用したものである。この場合、気を付けて観察すれば複屈折の影響が角隅に確認できるレベル（○）であった。

【 0 0 7 6 】

実験例7は、第1の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）について光弾性定数が $1.36 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF4を、第2及び第3の偏光ビームスプリッター（主偏光ビームスプリッター）3、4について光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF1を、第4の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）5について光弾性定数が $2.77 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のBK7を適用したものである。この場合は、気を付けて観察すれば複屈折の影響が角隅に確認できるレベル（○）であった。

【 0 0 7 7 】

実験例8は、第1の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッタ

一) 2のみを、光弾性定数がさらに小さい $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のPBH6W (Ohara製) とし、他は光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF2を適用したものである。この場合は、気を付けて観察すれば複屈折の影響が角隅に確認できるレベル (○) であった。

【0078】

実験例9は、第1の偏光ビームスプリッター (光入射側偏光ビームスプリッター) 2について光弾性定数が $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のPBH6Wを、第2及び第3の偏光ビームスプリッター (主偏光ビームスプリッター) 3、4について光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF1を、第4の偏光ビームスプリッター (光出射側偏光ビームスプリッター) 5について光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF2を適用したものである。この場合、表示画面には複屈折の影響が全く確認されないというレベル (◎) であった。

【0079】

次に、200Wの光源に対する複屈折の影響を説明する。

実験例10は、第1、第2、第3、第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5全てについて、光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF1を適用したものである。

この場合は、複屈折の影響が明瞭に現れ使用に耐え得ないレベル (×) であった。

【0080】

実験例11は、第1の偏光ビームスプリッター (光入射側偏光ビームスプリッター) 2のみを、光弾性定数が $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のPBH6Wとし、他は光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のSF2を適用したものである。この場合、複屈折の影響は明らかに確認できるが廉価な投射装置には適用できるレベル (△) であった。

【0081】

実験例12は、第1の偏光ビームスプリッター (光入射側偏光ビームスプリッター) 2について光弾性定数が $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ のPBH6Wを、第2及び第3の偏光ビームスプリッター (主偏光ビームスプリッター) 3、4につ

いて光弾性定数が $1.8 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の SF 1 を、第 4 の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）5 について光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の SF 2 を適用したものである。この場合は、気を付けて観察すれば複屈折の影響が角隅に確認できるレベル（○）であった。

【 0 0 8 2 】

実験例 1 3 は、第 1、第 2、第 3 の偏光ビームスプリッター 2、3、4 について、光弾性定数が $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の PBH 6 W を適用し、第 4 の偏光ビームスプリッター（出射側偏光ビームスプリッター）5 には光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の SF 2 を適用したものである。この場合は、表示画面には複屈折の影響が全く確認されないというレベル（◎）であった。

【 0 0 8 3 】

実験例 1 4 は、第 1 の偏光ビームスプリッター（入射側偏光ビームスプリッター）2 のみを、光弾性定数が最も小さい $0.03 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の PBH 5 5（O h a r a 製）とし、他は光弾性定数が $0.65 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の PBH 6 W を適用したものである。この場合は、表示画面には複屈折の影響が全く確認されないというレベル（◎）であった。

【 0 0 8 4 】

実験例 1 5 は、第 1、第 2、第 3 の偏光ビームスプリッター 2、3、4 について、光弾性定数が $0.03 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の PBH 5 5 を適用し、第 4 の偏光ビームスプリッター（光出射側偏光ビームスプリッター）5 には光弾性定数が $2.62 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$ の SF 2 を適用したものである。この場合は、表示画面には複屈折の影響が全く確認されないというレベル（◎）であった。

【 0 0 8 5 】

複屈折の発生の仕方は、偏光ビームスプリッターに適用する透光部材であるガラス基体の光弾性定数と、使用する光源の輝度によって異なるが、以上の実験結果を総合的に判断すると次のようになる。

即ち、第 1 の偏光ビームスプリッター（光入射側偏光ビームスプリッター）2 の光弾性定数を K_i 、第 2 及び第 3 の偏光ビームスプリッター（主偏光ビームスプリッター）3、4 の光弾性定数を K_m 、第 4 の偏光ビームスプリッター（光出

射側偏光ビームスプリッター) 5 の光弾性定数を K_o とすると、 $K_i < K_m$ 及び K_o の関係を満たすように各偏光ビームスプリッターのガラス基体を選択することが必要である。この場合、 $K_i < 1 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{N}$ となるように第 1 の偏光ビームスプリッター 2 のガラス基体を選択すると、200W クラスの高輝度光源を使用しても複屈折の問題を解消することができる。

【0086】

好ましくは、 $K_i < K_m < K_o$ の関係を満たすように各偏光ビームスプリッターのガラス基体を選択することが必要である。この場合、 $K_i < 1 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{N}$ 、 $K_m < 2 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{N}$ となるように第 1、第 2 及び第 3 の偏光ビームスプリッター 2、3、4 のガラス基体を選択すると、200W クラスの高輝度光源を使用しても複屈折の問題を解消することができる。

【0087】

より好ましくは、 K_i 及び $K_m < K_o$ の関係を満たすように各偏光ビームスプリッターのガラス基体を選択することが必要である。この場合、 K_i 及び $K_m < 1 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{N}$ となるように第 1、第 2 及び第 3 の偏光ビームスプリッター 2、3、4 のガラス基体を選択すると、200W クラスの高輝度光源を使用しても複屈折の問題を解消することができる。

【0088】

偏光ビームスプリッターを構成する透光部材の光弾性定数についての上記結果は、当然に第 1 乃至第 6 実施形態の色分解合成光学系に対して適用できることはいうまでもない。更にまた、上記した光弾性定数についての結果は、少なくとも第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッターを別々に独立分離して配設した構成の色分解合成光学系に対しても適用できることはいうまでもない。これにより、より効果的に複屈折を抑制できる。

【0089】

(第 7 実施形態)

次に、本発明の第 7 実施形態について説明する。

図 13 は、本発明の第 7 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。図 1 に示す本発明の第 1 実施形態と同一の光学要素については同一の符号を用

いて示し、説明は省略する。ここでは、各光学要素の配置構成のみを示し、本発明の第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 9 0 】

図 1 3 において、1 3 0 が本発明の第 7 実施形態の色分解合成光学系である。第 3 の波長選択性反射手段 1 4、1 5 が B 光の偏波面を 90° 回転させる B 用位相板（図 3 1 を参照）である点が本発明の第 1 実施形態と異なる部分である。このため、本発明の第 1 実施形態における R 光対応の反射型空間光変調素子 6 2 と、B 光対応の反射型空間光変調素子 6 3 の配置位置が入れ替わることとなる。

【 0 0 9 1 】

この場合、上記したように第 3 の波長選択性反射手段 1 4、1 5 が B 用位相板であるために、R 光（破線）はこれらによって何ら影響を受けることがない。従って、入射した R 光の S 偏光はそのまま第 1 及び第 3 の偏光ビームスプリッター 2、4 の偏光分離面 2 1、4 1 で共に反射されて R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 に入射し、ここで変調された P 偏光成分がそのまま第 3 及び第 4 の偏光ビームスプリッター 4、5 の偏光分離面 4 1、5 1 を共に透過し、さらに G 用位相板 7 をそのまま透過して射出する。

【 0 0 9 2 】

一方、B 光（2 点鎖線）の S 偏光は、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 で反射された後、第 3 の波長選択性偏光変換手段（以下、B 用位相板という）1 4 において P 偏光に変換される。そして、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過して B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 に入射する。

ここで変調された B 光の S 偏光成分は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射され、さらに B 用位相板 1 5 において P 偏光に変換される。そして、B 光の P 偏光が第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 及び G 用位相板 7 をそのまま透過して射出する。

G 光（実線）は本発明の第 1 実施形態（図 1 参照）において説明したのと同じであり、3 原色光の偏波面は P 偏光に揃えられて色分解合成光学系 1 3 0 を射出する。

【 0 0 9 3 】

本発明の第 7 実施形態においても白色光を RGB の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 7 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 0 9 4 】

(第 8 実施形態)

次に、本発明の第 8 実施形態について説明する。

図 1 4 は、本発明の第 8 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。図 1 の本発明の第 1 実施形態と同一の要素については同一の符号を用いて示し、説明は省略する。ここでは、各光学要素の配置構成のみを示し、本発明の第 1 実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 9 5 】

図 1 4 において、1 4 0 が本発明の第 8 実施形態の色分解合成光学系である。

本発明の第 1 実施形態と異なる部分は、第 1 と第 2 の偏光ビームスプリッター 2、3 間及び第 2 と第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 間に G 用位相板 1 6、1 7 を追加して挿入している点である。このため、G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 は第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 d 側に配置される。

【 0 0 9 6 】

この場合、G 光(実線)の S 偏光は G 用位相板 6 において P 偏光に変換され、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 を透過し、さらに G 用位相板 1 6 において、再び S 偏光に変換され、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 で反射されて G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に入射する。

ここで光変調されて生成した G 光の P 偏光成分は、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 を透過し、G 用位相板 1 7 において S 偏光に変換される

。そして、G光は第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51で反射され、さらにG用位相板7においてP偏光に変換されて色分解合成光学系140を射出する。

一方、R光（破線）、B光（2点鎖線）は本発明の第1実施形態と同じであるために、3原色光の偏波面はP偏光に揃えられて色分解合成光学系140を射出する。

【0097】

本発明の第8実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第8実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0098】

（第9実施形態）

次に、本発明の第9実施形態について説明する。

図15は、本発明の第9実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図15に示すように、本発明の第9実施形態の色分解合成光学系150は第1と第2の偏光ビームスプリッター2、3間、及び第2と第4の偏光ビームスプリッター3、5間にG用位相板16、17を配置した点が本発明の第7実施形態（図13参照）と異なるところである。これに伴って、G光対応の空間光変調素子61は第2の偏光ビームスプリッター3の透光面3d側に配置されることとなる。

【0099】

当該色分解合成光学系150は、G光（実線）の光路に対しては本発明の第8実施形態（図14参照）の該当する光路が対応し、またR光（破線）、B光（2

点鎖線)の光路に対しては本発明の第7実施形態(図13参照)の該当する光路が対応する。従って、R、G、B光の各偏波面の変化の様子は、本発明の第7、第8実施形態で説明した通りであるので、繰り返しての説明は省略するが、3原色光の偏波面はP偏光に揃えられて色分解合成光学系150を射出することとなる。

【0100】

本発明の第9実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第9実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0101】

(第10実施形態)

次に、本発明の第10実施形態について説明する。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図16は、本発明の第10実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。図16に示すように、当該色分解合成光学系160は、第2と第4の偏光ビームスプリッター3、5間にG用位相板17を介挿し、また第3と第4の偏光ビームスプリッター4、5間の波長選択性反射手段をB用位相板15に置き換え、第4の偏光ビームスプリッター5の透光面5b側にG用位相板7を配置して光射出方向を当該透光面5b側とした点で、本発明の第1実施形態の色分解合成光学系1と異なる(図1参照)。

【0102】

この場合、G光(実線)については、G対応の反射型空間光変調素子61で変調されて生成したS偏光が、第2の偏光ビームスプリッター3の偏光分離面31で反射され、G用位相板17に入射する。ここでG光は、偏光変換されてP偏光と

なり、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51を透過して透光面5bより射出し、G用位相板7において再び偏光変換されてS偏光となって射出する。

【0103】

また、R光（破線）については、R対応の反射型空間光変調素子62で変調されて生成したS偏光成分が、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41で反射され、B用位相板15をそのまま透過した後、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51で反射されて、S偏光のままG用位相板7を射出する。

【0104】

一方、B光（2点鎖線）については、B対応の反射型空間光変調素子63で変調されて生成したP偏光成分が、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41を透過し、B用位相板15においてS偏光に変換された後、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51で反射されて、S偏光のままG用位相板7を射出する。こうして、3原色光の偏波面はS偏光に揃えられて色分解合成光学系160を射出する。

【0105】

本発明の第10実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第10実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0106】

（第11実施形態）

次に、本発明の第11実施形態について説明する。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図17は、本発明の第11実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図であ

る。図 1 7 に示すように、当該色分解合成光学系 1 7 0 は、前述の本発明の第 1 0 実施形態（図 1 6 参照）において R 用位相板 8 を B 用位相板 1 4 に、また B 用位相板 1 5 を R 用位相板 9 に置き換えたものに等しい。これに伴って、R 対応と B 対応の空間光変調素子 6 2、6 3 とが入れ替えて配置されることとなる。

【0 1 0 7】

この場合、G 光（実線）の動作については、前述の本発明の第 1 0 実施形態と同じであるために説明を省略する。

R 光（破線）については、R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 で変調されて生成した P 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過し、R 用位相板 9 において S 偏光に変換された後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

【0 1 0 8】

一方、B 光（2 点鎖線）については、B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 で変調されて生成した S 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射され、R 用位相板 9 をそのまま透過した後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 1 7 0 を射出する。

【0 1 0 9】

本発明の第 1 1 実施形態においても白色光を RGB の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 1 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0 1 1 0】

(第 1 2 実施形態)

次に、本発明の第 1 2 実施形態について説明する。

図 1 8 は、本発明の第 1 2 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 1 8 において、1 8 0 が本発明の第 1 2 実施形態の色分解合成光学系である。前述の本発明の第 1 0 実施形態（図 1 6 を参照）と異なる部分は、第 1 と第 2 の偏光ビームスプリッター 2、3 間に R 用位相板 8 の代わりに G 用位相板 1 6 を介挿し、第 2 と第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 間の G 用位相板 1 7 を排除している点である。このため、G 対応の空間光変調素子 6 1 は第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 d 側に配置される。

【 0 1 1 1 】

この場合、G 光（実線）の S 偏光は G 用位相板 6 において P 偏光に変換され、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 を透過し、さらに G 用位相板 1 6 において再び S 偏光に変換され、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 で反射されて G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に入射する。

ここで変調されて生成した G 光の P 偏光成分は、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 及び第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 を透過する。そして、G 光は、G 用位相板 7 において S 偏光に変換されて色分解合成光学系 1 8 0 を射出する。

【 0 1 1 2 】

一方、R 光（破線）、B 光（2 点鎖線）は本発明の第 1 0 実施形態と同じであるために、共に本発明の第 1 2 実施形態の色分解合成光学系 1 8 0 を射出するときは S 偏光であり、3 原色光の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 1 8 0 を射出することとなる。

【 0 1 1 3 】

本発明の第 1 2 実施形態においても白色光を R G B の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 2 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 1 4 】

(第 1 3 実施形態)

次に、本発明の第 1 3 実施形態について説明する。

図 1 9 は、本発明の第 1 3 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 1 9 に示すように、本発明の第 1 3 実施形態に係る色分解合成光学系 1 9 0 は、前述の本発明の第 1 2 実施形態の色分解合成光学系 1 8 0 において、R 用位相板 8 を B 用位相板 1 4 に、B 用位相板 1 5 を R 用位相板 9 に置き換えたものに等しい。これに伴って、R 対応、B 対応の空間光変調素子 6 2、6 3 が入れ替えて配置されることとなる。

【 0 1 1 5 】

この場合、G 光（実線）の動作については、本発明の第 1 2 実施形態と同じであるために説明を省略する。

R 光（破線）については、S 偏光が G 用位相板 6 をそのまま透過し、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 で反射した後、B 用位相板 1 4 をそのまま透過して、さらに第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射して R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 2 で変調されて生成した R 光の P 偏光成分は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過し、R 用位相板 9 に入射する。そして、ここで R 光は S 偏光に変換され第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

【 0 1 1 6 】

一方、B 光（2 点鎖線）については、S 偏光が G 用位相板 6 をそのまま透過し、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 で反射した後、B 用位相板 1 4 に入射する。

当該B用位相板14において、B光はP偏光に変換される。そして、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41を透過してB対応の反射型空間光変調素子63に達する。

当該反射型空間光変調素子63において変調されて生成したS偏光は第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41で反射され、R用位相板9をそのまま透過して第4の偏光ビームスプリッター5に入射する。そして、B光は当該第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51で反射され、S偏光のままG用位相板7を射出する。

こうして、3原色光の偏波面はS偏光に揃えられて色分解合成光学系190を射出する。

【0117】

本発明の第13実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第13実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0118】

(第14実施形態)

次に、本発明の第14実施形態について説明する。

図20は、本発明の第14実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図20に示すように、本発明の第14実施形態に係る色分解合成光学系200は第1の偏光ビームスプリッター2の透光面2d側にG用位相板6を配置し、透光面2d側から光を入射させるようにしたものである。さらに、第1と第2の偏光ビームスプリッター2、3間にG用位相板16を、第4の偏光ビームスプリッター5の透光面5c側にG用位相板7を配置している。また、第1と第3の偏光ビ

ームスプリッター 2、4 間には R 用位相板 8 を、第 3 と第 4 の偏光ビームスプリッター 4、5 間には B 用位相板 15 を配置している。

【0 1 1 9】

この場合、色分解合成光学系 2 0 0 に入射される 3 原色光は P 偏光である。また、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 c 側に G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 が配置され、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の透光面 4 a 側に R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 が、透光面 4 b 側に B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 が配置される。

【0 1 2 0】

色分解合成光学系 2 0 0 に入射した P 偏光の G 光（実線）は、G 用位相板 6 で S 偏光に変換され、第 1 の偏光ビームスプリッター 2 に入射し、偏光分離面 2 1 で反射される。そして、G 用位相板 1 6 において偏光変換されて P 偏光となり、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 を透過して G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 1 において変調されて生成した G 光の S 偏光成分は、第 2 及び第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 の偏光分離面 3 1、5 1 で反射され、G 用位相板 7 において P 偏光に変換され射出する。

【0 1 2 1】

また、P 偏光の R 光（破線）は、G 用位相板 6 及び第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1 をそのまま透過し、R 用位相板 8 に入射する。そして、当該 R 用位相板 8 において S 偏光に変換された後、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射されて R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 2 で変調されて生成した P 偏光の R 光は第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1、B 用位相板 15、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1、G 用位相板 7 を共に P 偏光のまま透過して射出する。

【0 1 2 2】

また、P 偏光の B 光（2 点鎖線）は、G 用位相板 6、第 1 の偏光ビームスプリ

ッター 2 の偏光分離面 2 1、R 用位相板 8、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 をそのまま透過し、B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 3 で変調されて生成した S 偏光の B 光は、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射された後、B 用位相板 1 5 で P 偏光に変換され、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1、G 用位相板 7 を共に P 偏光のまま透過して射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は P 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 0 0 を射出する。

【 0 1 2 3 】

本発明の第 1 4 実施形態においても白色光を RGB の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 4 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 2 4 】

(第 1 5 実施形態)

次に、本発明の第 1 5 実施形態について説明する。

図 2 1 は、本発明の第 1 5 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

図 2 1 に示すように、本発明の第 1 5 実施形態に係る色分解合成光学系 2 1 0 は、前述の本発明の第 1 4 実施形態において、R 用位相板 8 を B 用位相板 1 4 に、また B 用位相板 1 5 を R 用位相板 9 に置き換えたものに等しい。そのため、R 対応と B 対応の反射型空間光変調素子 6 2、6 3 とが入れ替えて配置されることとなる。

【 0 1 2 5 】

この場合、G光（実線）の動作については、前述の本発明の第14実施形態と同じであるために説明は省略する。

P偏光のR光（破線）は、G用位相板6、第1の偏光ビームスプリッター2の偏光分離面21、B用位相板14、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41をそのまま透過してR対応の反射型空間光変調素子62に達する。

当該反射型空間光変調素子62で変調されて生成したS偏光のR光は、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41で反射された後、R用位相板9でP偏光に変換され、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51及びG用位相板7をP偏光のまま透過して射出する。

【0126】

また、P偏光のB光（2点鎖線）は、G用位相板6、第1の偏光ビームスプリッター2の偏光分離面21をそのまま透過した後、B用位相板14においてS偏光に変換され、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41で反射されてB対応の反射型空間光変調素子63に達する。

当該反射型空間光変調素子63で変調されて生成したP偏光のB光は、第3の偏光ビームスプリッター4の偏光分離面41、R用位相板9、第4の偏光ビームスプリッター5の偏光分離面51、G用位相板7をP偏光のまま透過して射出する。

こうして、3原色光の偏波面はP偏光に揃えられて色分解合成光学系210を射出する。

【0127】

本発明の第15実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第15実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 2 8 】

(第 1 6 実施形態)

次に、本発明の第 1 6 実施形態について説明する。

図 2 2 は、本発明の第 1 6 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

図 2 2 に示すように、本発明の第 1 6 実施形態に係る色分解合成光学系 2 2 0 は、本発明の第 1 4 実施形態（図 2 0 参照）において G 用位相板 1 6 を除去し、第 2 と第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 間に G 用位相板 1 7 を配置したものである。そのため、G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 は第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 d 側に配置されることとなる。

【 0 1 2 9 】

この場合、R 光（破線）、B 光（2 点鎖線）の動作については、前述の本発明の第 1 4 実施形態と同じであるために説明は省略する。

P 偏光の G 光（実線）は、G 用位相板 6 において S 偏光に変換され、第 1 及び第 2 の偏光ビームスプリッター 2、3 の偏光分離面 2 1、3 1 で反射されて G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 1 で変調されて生成した P 偏光成分の G 光は、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 を透過した後、G 用位相板 1 7 で S 偏光に変換され、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射され、さらに G 用位相板 7 で P 偏光に再度変換されて射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は P 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 2 0 を射出する。

【 0 1 3 0 】

本発明の第 1 6 実施形態においても白色光を R G B の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 6 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光

部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0131】

(第17実施形態)

次に、本発明の第17実施形態について説明する。

図23は、本発明の第17実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

図23に示すように、本発明の第17実施形態に係る色分解合成光学系230は、本発明の第16実施形態（図22を参照）においてR用位相板8をB用位相板14に、B用位相板15をR用位相板9に置き換えたものに等しい。そのため、R対応とB対応の反射型空間光変調素子62、63とが入れ替えて配置されることとなる。

この場合、G光（実線）については本発明の第16実施形態と同様に作用し、P偏光として射出する。また、R光（破線）及びB光（2点鎖線）は本発明の第15実施形態（図21参照）と同様に作用し、P偏光として射出する。

こうして、3原色光の偏波面はP偏光に揃えられて色分解合成光学系230を射出する。

【0132】

本発明の第17実施形態においても白色光をRGBの3原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子61、62、63に導くと共に、当該反射型空間光変調素子61、62、63で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の3原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第17実施形態に対しても前述した本発明の第1乃至第6実施形態の構成、また第1乃至第4の偏光ビームスプリッター2、3、4、5の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0133】

(第18実施形態)

次に、本発明の第18実施形態について説明する。

図 2 4 は、本発明の第 1 8 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 2 4 に示すように、当該色分解合成光学系 2 4 0 は、本発明の第 1 4 実施形態（図 2 0 参照）において第 2 と第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 間に G 用位相板 1 7 を介挿し、また第 3 と第 4 の偏光ビームスプリッター 4、5 間の波長選択性偏光変換手段 1 5 を R 用位相板 9 に置き換え、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の透光面 5 b 側に G 用位相板 7 を配置して光出射方向を当該透光面 5 b 側としたものである。

【 0 1 3 4 】

この場合、G 光（実線）の動作については、G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 で変調されて生成した S 偏光が、第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 で反射され、G 用位相板 1 7 に入射する。ここで G 光は偏光変換されて P 偏光となり、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 を透過して透光面 5 b より射出し、G 用位相板 7 において再び偏光変換されて S 偏光となって射出する。

【 0 1 3 5 】

また、R 光（破線）については、R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 で変調されて生成した P 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過し、R 用位相板 9 において S 偏光に変換された後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

【 0 1 3 6 】

また、B 光（2 点鎖線）については、B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 で変調されて生成した S 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射され、R 用位相板 9 をそのまま透過した後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 4 0 を射出する。

【 0 1 3 7 】

本発明の第 1 8 実施形態においても白色光を R G B の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 8 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 3 8 】

(第 1 9 実施形態)

次に、本発明の第 1 9 実施形態について説明する。

図 2 5 は、本発明の第 1 9 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 2 5 に示すように、当該色分解合成光学系 2 5 0 は、本発明の第 1 8 実施形態（図 2 4 参照）において R 位相板 8、9 を B 用位相板 1 4、1 5 に置き換えたものに等しい。

【 0 1 3 9 】

この場合、G 光（実線）の動作については、前述の本発明の第 1 8 実施形態と同様の作用を呈するために説明を省略する。

R 光（破線）については、R 対応の反射型空間光変調素子 6 2 で変調されて生成した S 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 で反射され、B 用位相板 1 5 をそのまま透過した後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を射出する。

【 0 1 4 0 】

また、B 光（2 点鎖線）については、B 対応の反射型空間光変調素子 6 3 で変調されて生成した P 偏光成分が、第 3 の偏光ビームスプリッター 4 の偏光分離面 4 1 を透過し、B 用位相板 1 5 において S 偏光に変換された後、第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の偏光分離面 5 1 で反射されて、S 偏光のまま G 用位相板 7 を

射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 5 0 を射出する。

【 0 1 4 1 】

本発明の第 1 9 実施形態においても白色光を RGB の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 1 9 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 4 2 】

(第 2 0 実施形態)

次に、本発明の第 2 0 実施形態について説明する。

図 2 6 は、本発明の第 2 0 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 2 6 に示すように、当該色分解合成光学系 2 6 0 は、本発明の第 1 8 実施形態（図 2 4 参照）から G 用位相板 1 6、1 7 を除去したものに等しい。

この場合、G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 は第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の透光面 3 d 側に配置されることとなる。

本発明の第 2 0 実施形態に係る色分解合成光学系 2 6 0 において、R 光（破線）、B 光（2 点鎖線）の動作は本発明の第 1 8 実施形態と同じであるために説明を省略する。

【 0 1 4 3 】

P 偏光の G 光（実線）は、G 用位相板 6 において S 偏光に変換され第 1 の偏光ビームスプリッター 2 に入射する。そして、当該第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の偏光分離面 2 1、及び第 2 の偏光ビームスプリッター 3 の偏光分離面 3 1 で共に反射されて G 対応の反射型空間光変調素子 6 1 に達する。

当該反射型空間光変調素子 6 1 で変調されて生成した P 偏光成分の G 光は、第 2、第 4 の偏光ビームスプリッター 3、5 の偏光分離面 3 1、5 1 をそのまま透過して、G 用位相板 7 で S 偏光に変換されて、これを射出する。

こうして、3 原色光の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 6 0 を射出する。

【0 1 4 4】

本発明の第 2 0 実施形態においても白色光を R G B の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 2 0 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【0 1 4 5】

(第 2 1 実施形態)

次に、本発明の第 2 1 実施形態について説明する。

図 2 7 は、本発明の第 2 1 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。ここでは、各光学要素の配置のみを図示している。

図 2 7 に示すように、本発明の第 2 1 実施形態の色分解合成光学系 2 7 0 は、本発明の第 1 9 実施形態（図 2 5 参照）から G 用位相板 1 6、1 7 を排除したものに等しい。

【0 1 4 6】

G 光（実線）の動作については、前述の本発明の第 2 0 実施形態（図 2 6 参照）と同様であり、また、R 光（破線）、B 光（2 点鎖線）の動作については前述の本発明の第 1 9 実施形態と同様であるため繰り返しての説明を省略するが、3 原色の偏波面は S 偏光に揃えられて色分解合成光学系 2 7 0 を射出することとなる。

【0 1 4 7】

本発明の第 2 1 実施形態においても白色光を R G B の 3 原色光に分離して、対応色の反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 に導くと共に、当該反射型空間光変調素子 6 1、6 2、6 3 で映像信号に基づく光変調を受けた反射光の 3 原色光を合成して出射することが可能である。

また、本発明の第 2 1 実施形態に対しても前述した本発明の第 1 乃至第 6 実施形態の構成、また第 1 乃至第 4 の偏光ビームスプリッター 2、3、4、5 の透光部材について前述した光弾性定数の選択条件を適用することができ、効果的に複屈折の問題を解消することができる。

【 0 1 4 8 】

なお、以上説明してきた実施形態は、いずれも第 1 の偏光ビームスプリッター 2 の光入射側及び第 4 の偏光ビームスプリッター 5 の光射出側にそれぞれ G 用位相板 6 を配置した構成のものであるが、もちろん他の波長選択性偏光変換手段を配置してもかまわない。但し、この場合、4 個の偏光ビームスプリッターの対向部に挿入される波長選択性偏光変換手段は、配置される反射型空間光変調素子の位置との相対関係により適宜選択されることとなる。

【 0 1 4 9 】

【発明の効果】

以上詳細に説明してきて明らかなように、本発明の色分解合成光学系は、少なくとも 3 原色光が集中して高温となる光入射側の第 1 の偏光ビームスプリッターについて、その内側透光面の少なくとも一面を他の光学部材から空隙を介して分離して備えているため、第 1 の偏光ビームスプリッターにおける熱応力が開放され複屈折の発生を抑制できる効果がある。

また、使用環境の温度変化による熱応力が、第 1 の偏光ビームスプリッターの配設部位において開放されるため、接合された光学部材がその接合部において剥離せず信頼性に優れた色分解合成光学系を提供することができる。

また、少なくとも第 1 の偏光ビームスプリッターを構成する透光部材として、光弾性定数の小さいガラス基体を選択して適用しているために、熱応力に起因した複屈折の発生をより効果的に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態を説明する概略平面図である。

【図 2】

投射映像に対して複屈折の影響の発生原理を説明する略示図である。

【図 3】

黒表示画面における正常表示と黒浮き表示を比較した概念図である。

【図 4】

黒表示状態における各偏光ビームスプリッターの表面温度を測定した結果である。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 6】

本発明の第 3 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 7】

本発明の第 4 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 8】

本発明の第 5 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 9】

本発明の第 6 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 0】

複屈折の実験に使用した色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 1】

黒表示における複屈折の影響を各偏光ビームスプリッターの透光部材を替えて評価した実験結果である。

【図 1 2】

図 1 1 の実験における複屈折の評価基準を示した図である。

【図 1 3】

本発明の第 7 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 4】

本発明の第 8 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 5】

本発明の第 9 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 6】

本発明の第 1 0 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 7】

本発明の第 1 1 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 8】

本発明の第 1 2 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 1 9】

本発明の第 1 3 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 0】

本発明の第 1 4 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 1】

本発明の第 1 5 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 2】

本発明の第 1 6 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 3】

本発明の第 1 7 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 4】

本発明の第 1 8 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 5】

本発明の第 1 9 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 6】

本発明の第 2 0 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 7】

本発明の第 2 1 実施形態に係る色分解合成光学系の概略平面図である。

【図 2 8】

反射型空間光変調素子を適用した投射表示装置の光学構成を示した概略図であ

る。

【図 2 9】

第 1 の波長選択性偏光変換手段（G 用位相板）の特性を示した図である。

【図 3 0】

第 2 の波長選択性偏光変換手段（R 用位相板）の特性を示した図である。

【図 3 1】

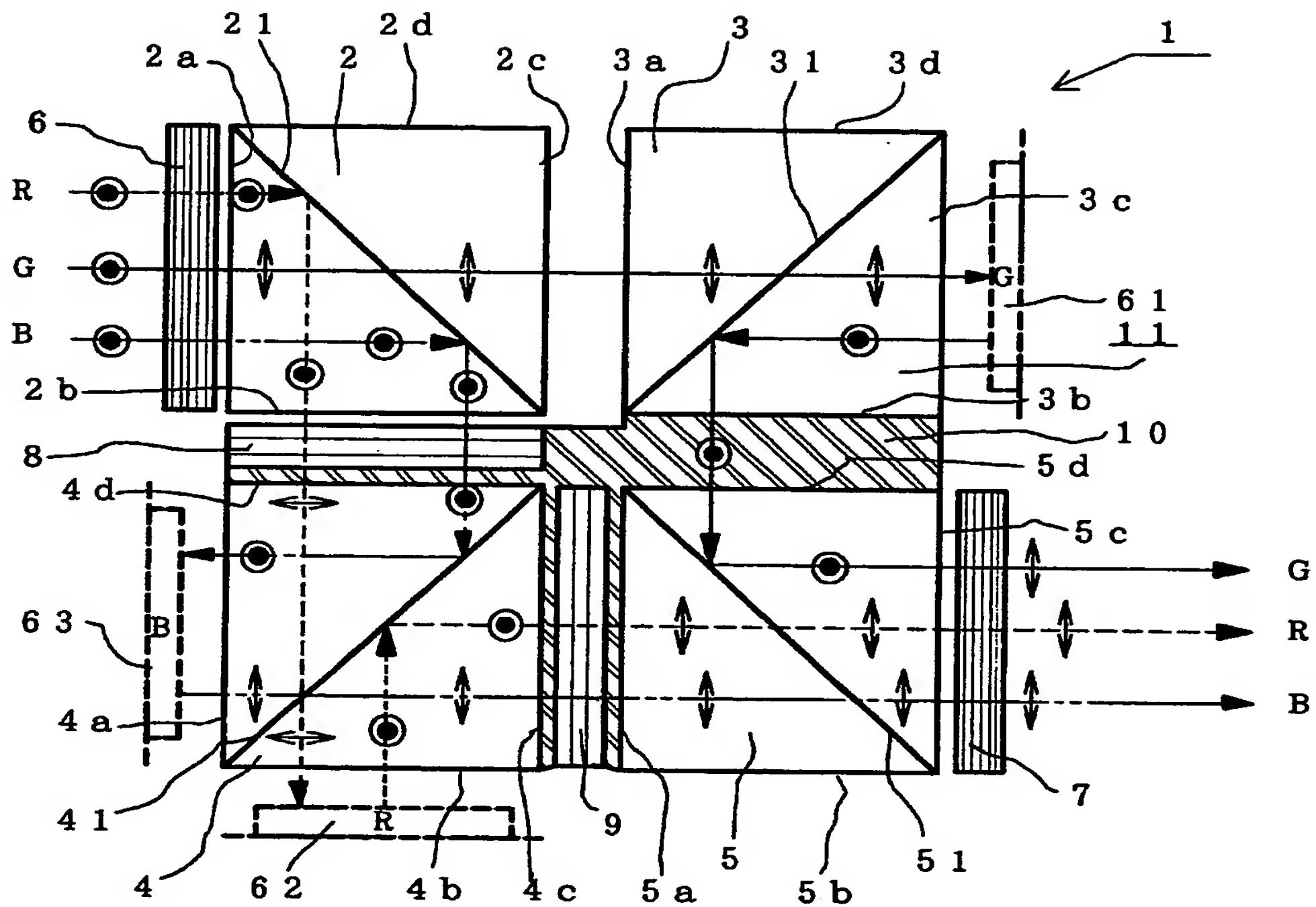
第 3 の波長選択性偏光変換手段（B 用位相板）の特性を示した図である。

【符号の説明】

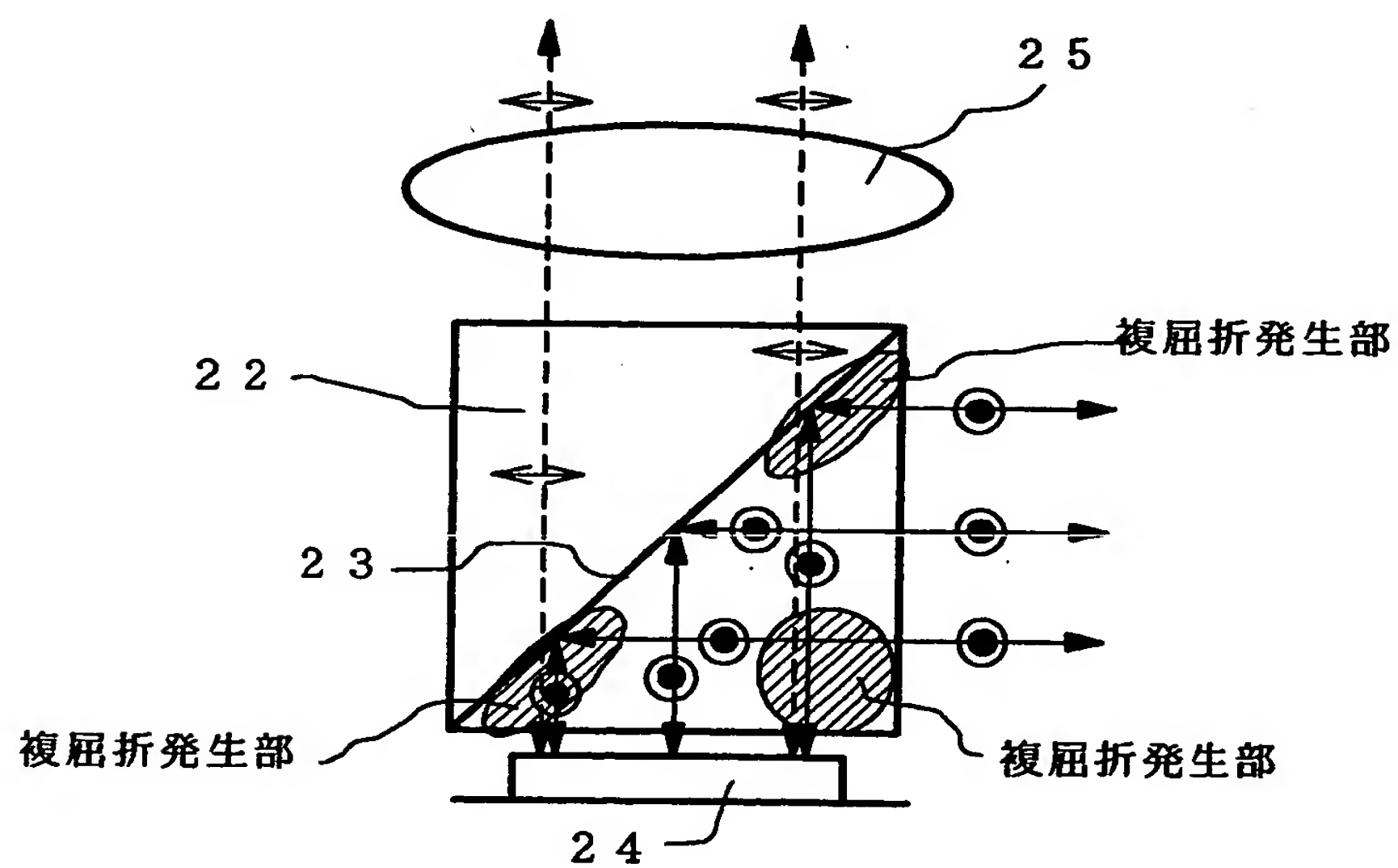
1, 5 0, 6 0, 7 0, 8 0, 9 0, 1 0 0, 1 3 0, 1 4 0, 1 5 0, 1 6 0
、 1 7 0, 1 8 0, 1 9 0, 2 0 0, 2 1 0, 2 2 0, 2 3 0, 2 4 0, 2 5 0
、 2 6 0, 2 7 0…色分解合成光学系、2…第 1 の偏光ビームスプリッター（入
射側偏光ビームスプリッター）、3…第 2 の偏光偏光ビームスプリッター（主偏
光ビームスプリッター）、4…第 3 の偏光ビームスプリッター（主偏光ビームス
プリッター）、5…第 4 の偏光ビームスプリッター（射出側偏光ビームスプリッ
ター）、6, 7, 1 6, 1 7…第 1 の波長選択性偏光変換手段（G 用位相板）、
8, 9…第 2 の波長選択性偏光変換手段（R 用位相板）、1 4, 1 5…第 3 の波
長選択性偏光変換手段（B 用位相板）、1 0…接合部材、1 2…緩衝部材

【書類名】 図面

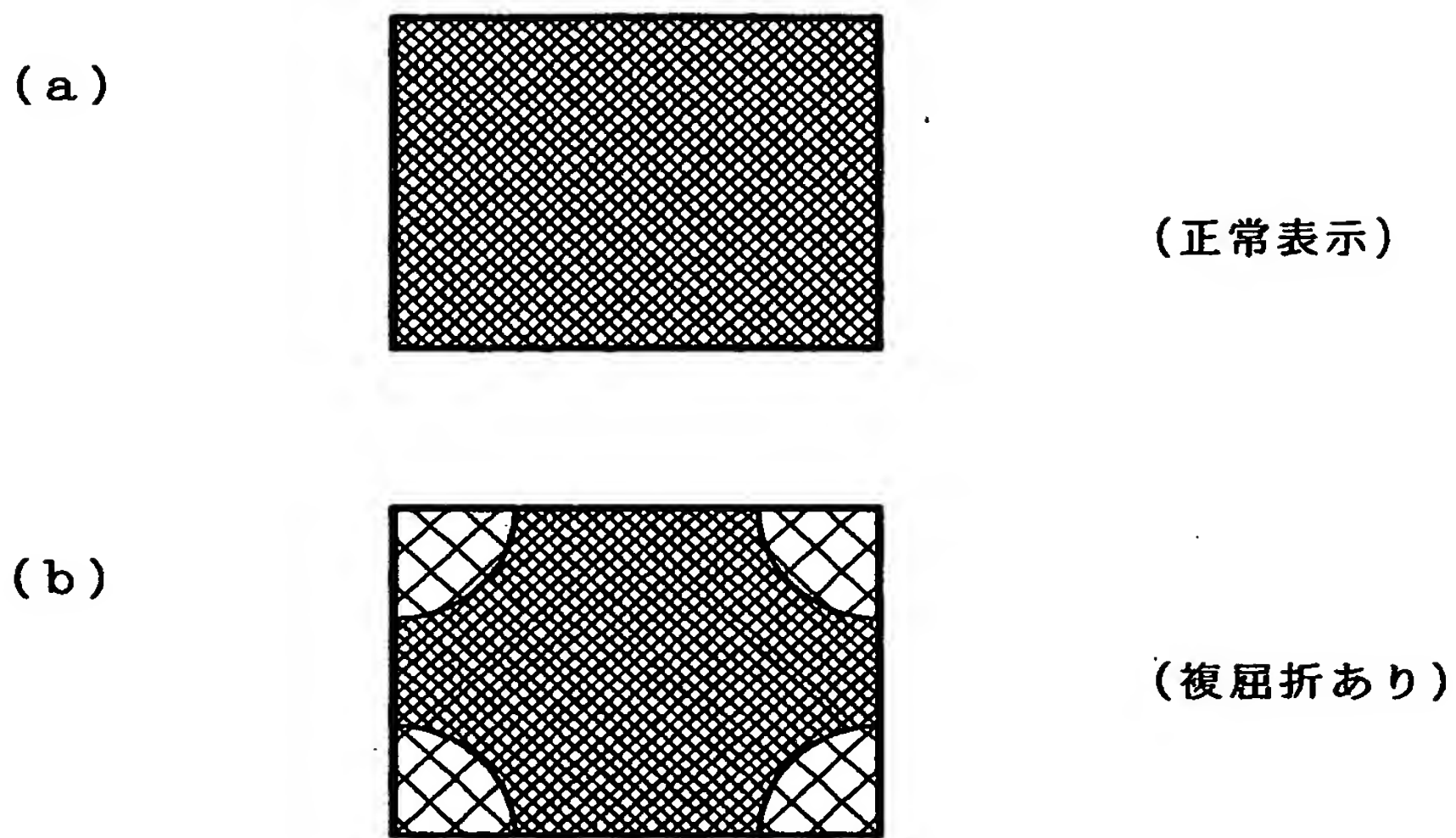
【図 1】



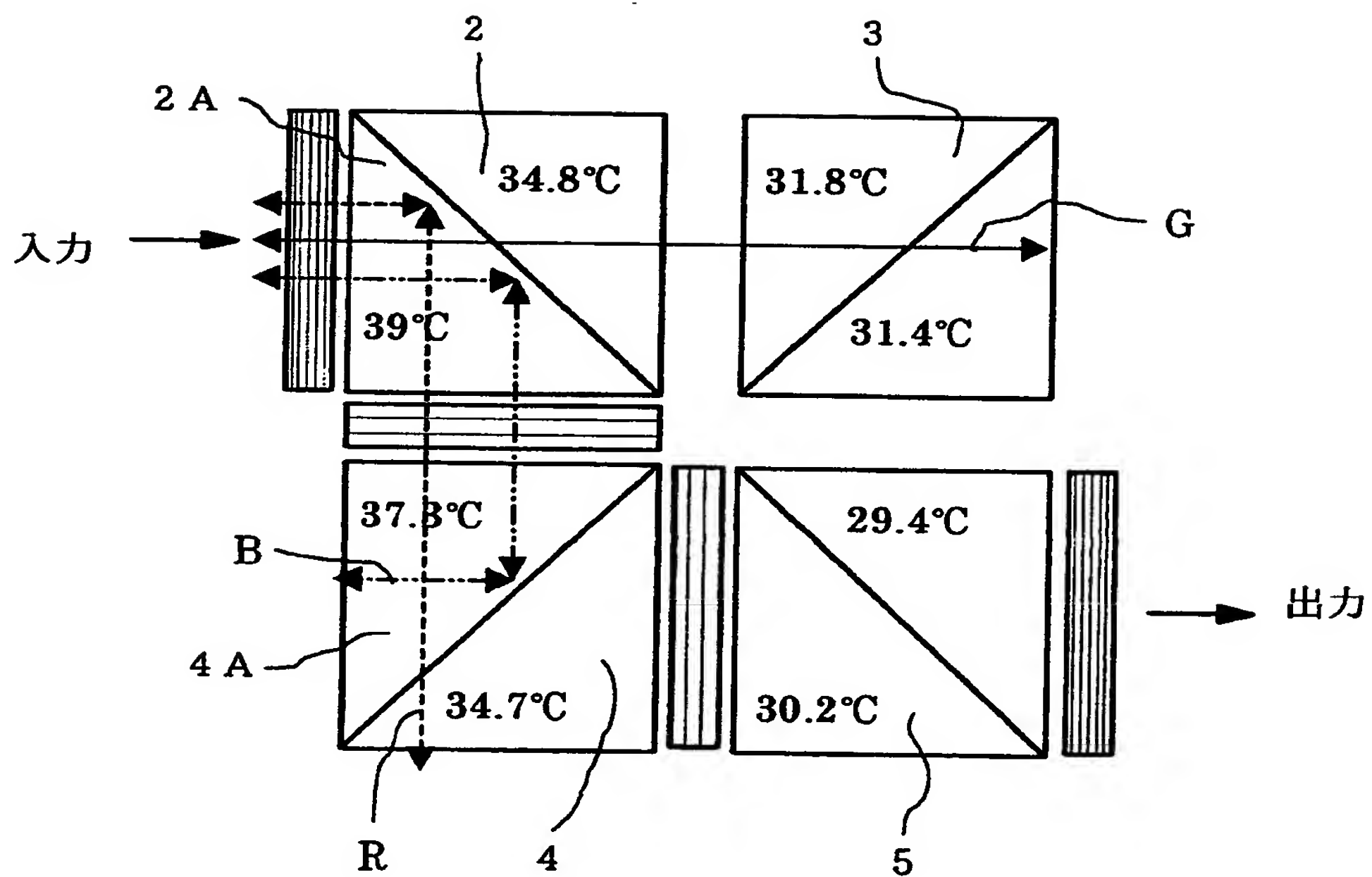
【図 2】



【図 3】



【図 4】

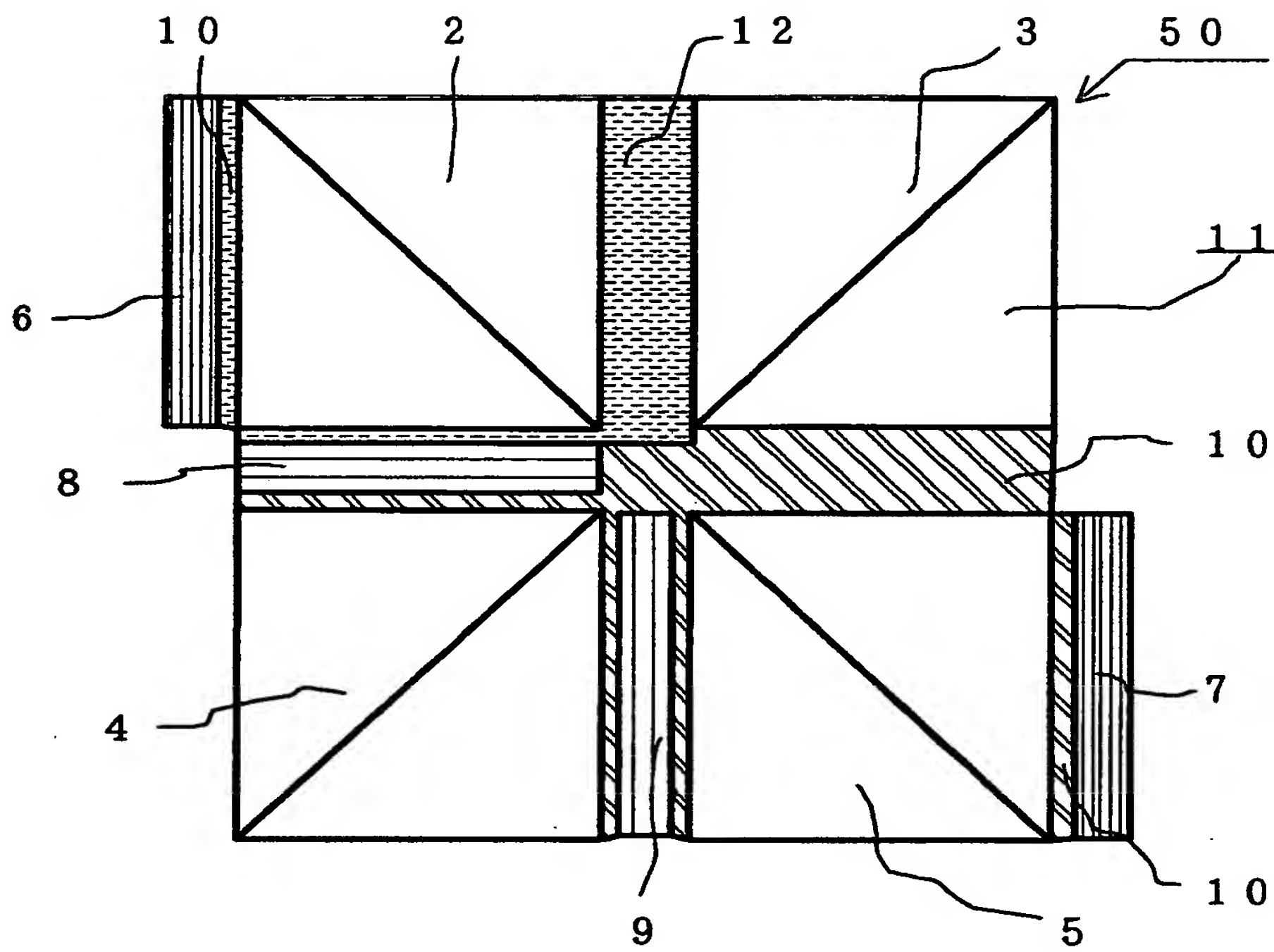


試験条件

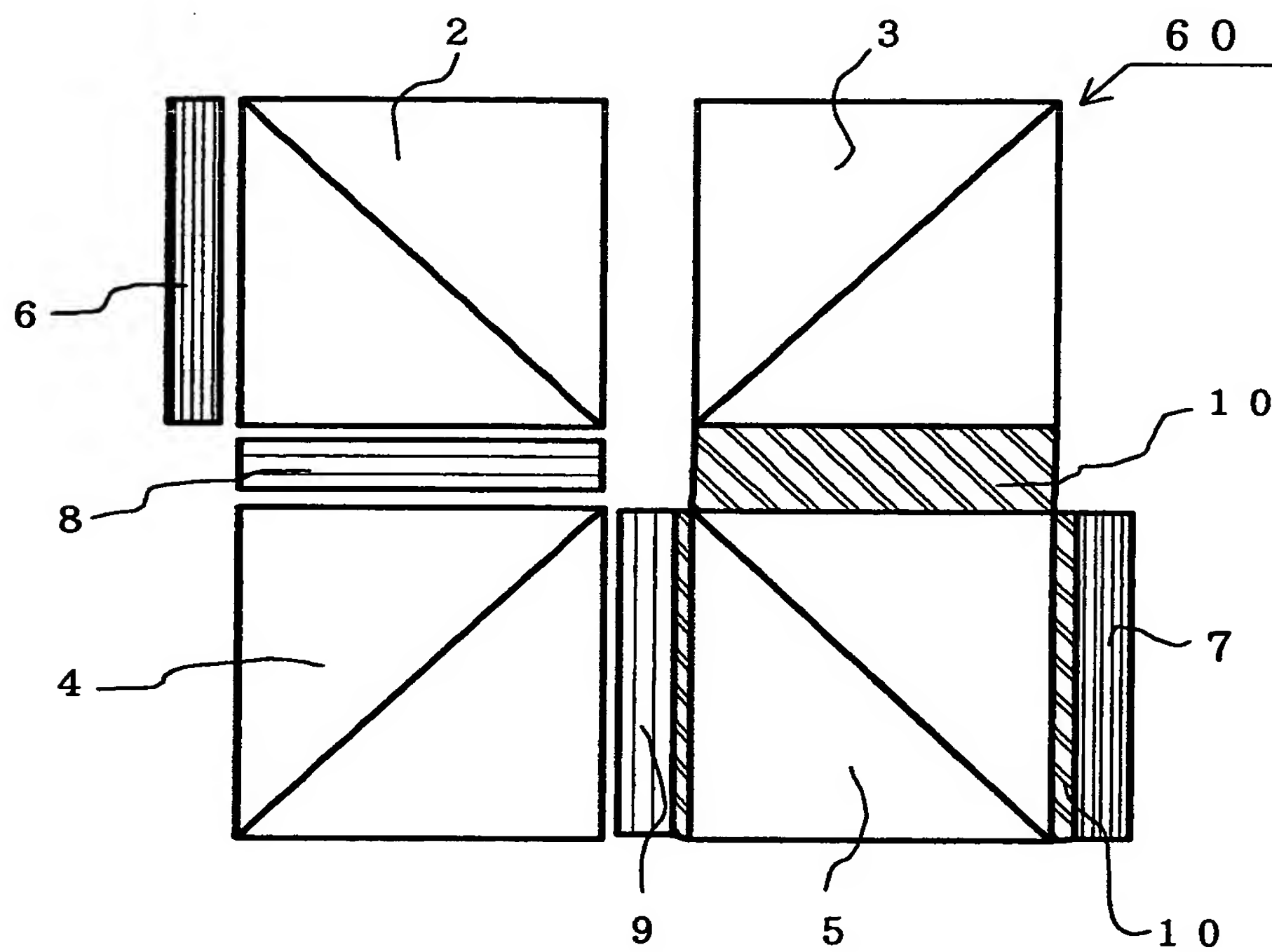
150W超高压水銀ランプ使用

1時間後の温度分布例（周囲温度常温）

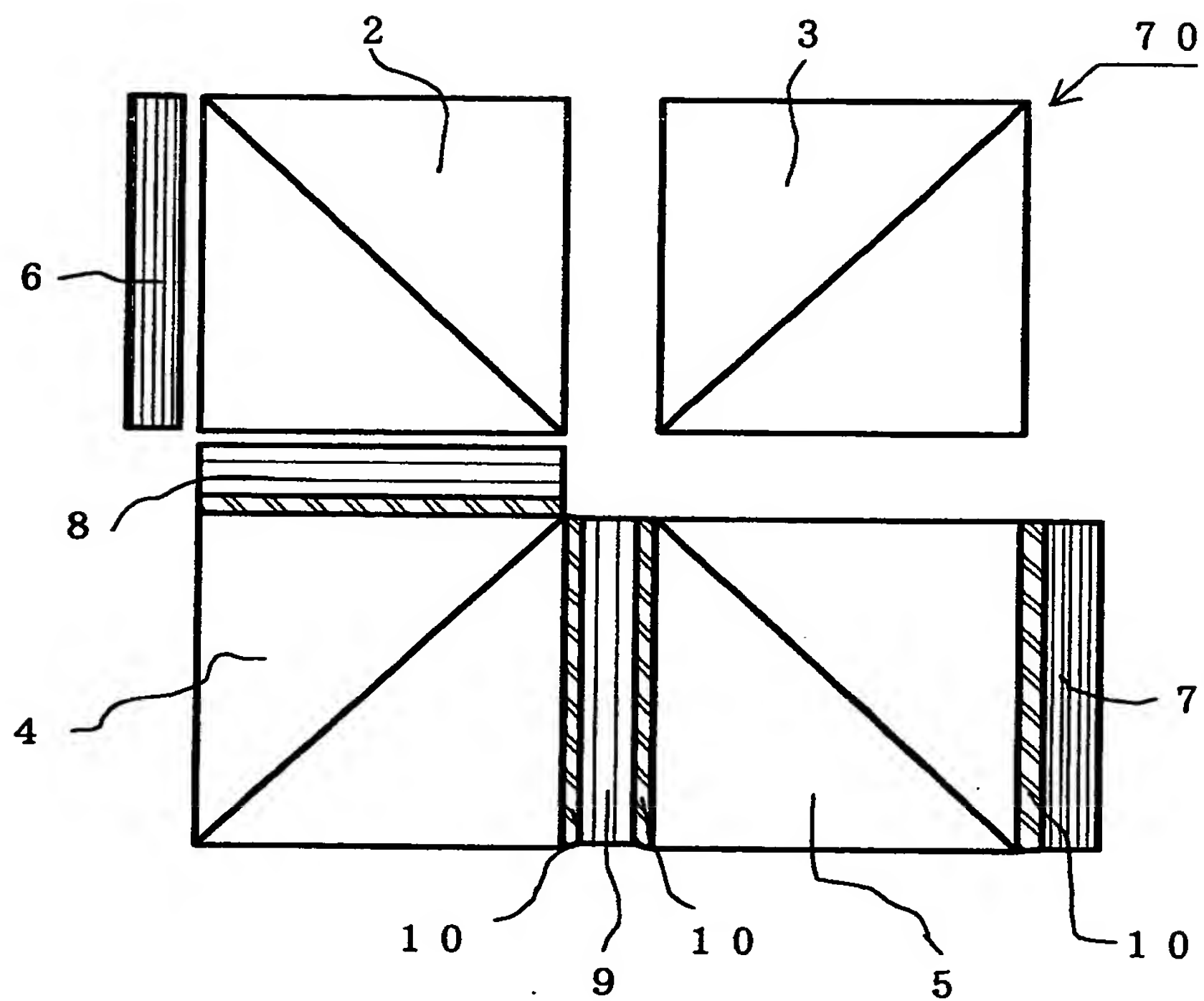
【図 5】



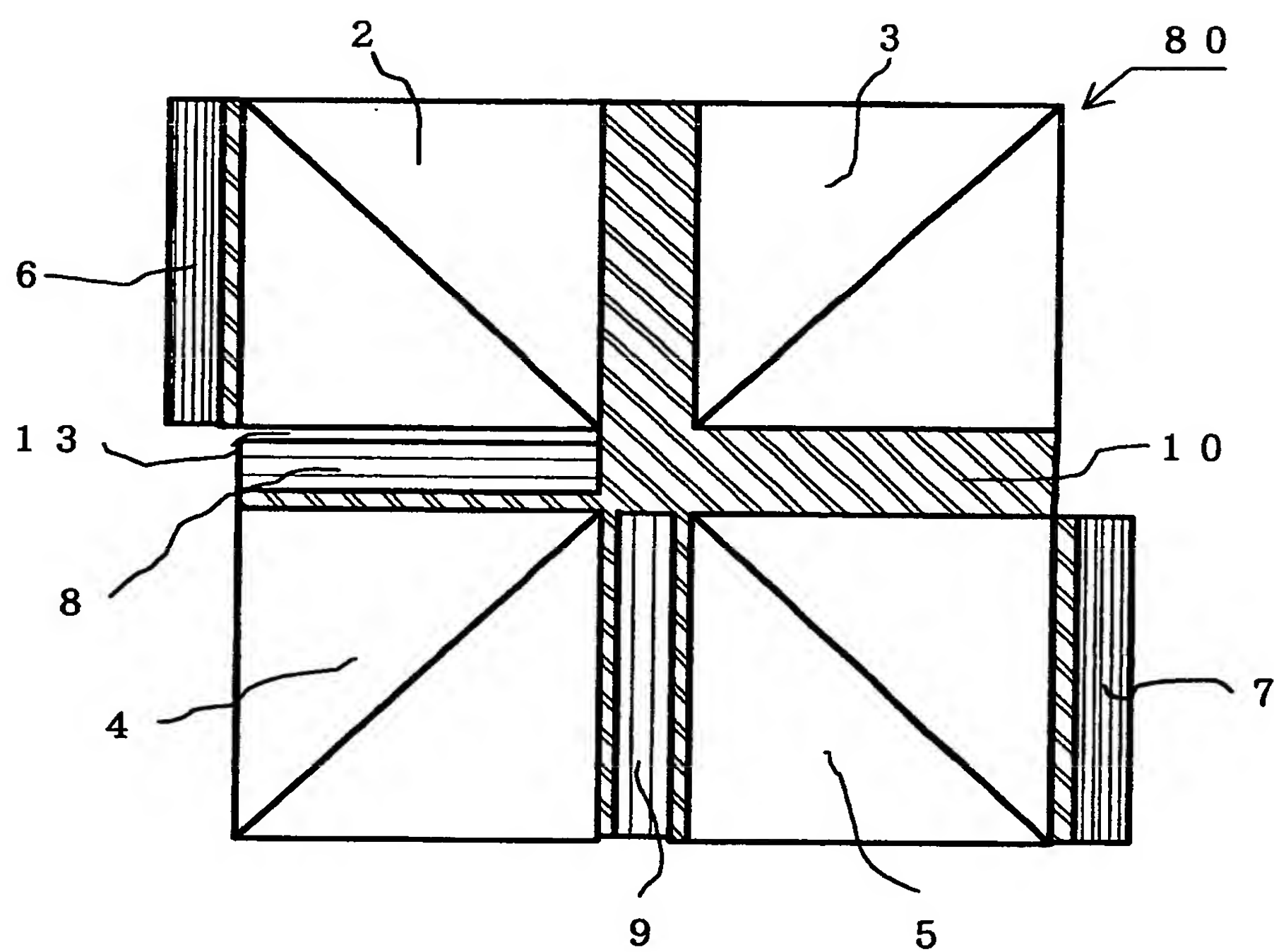
【図 6】



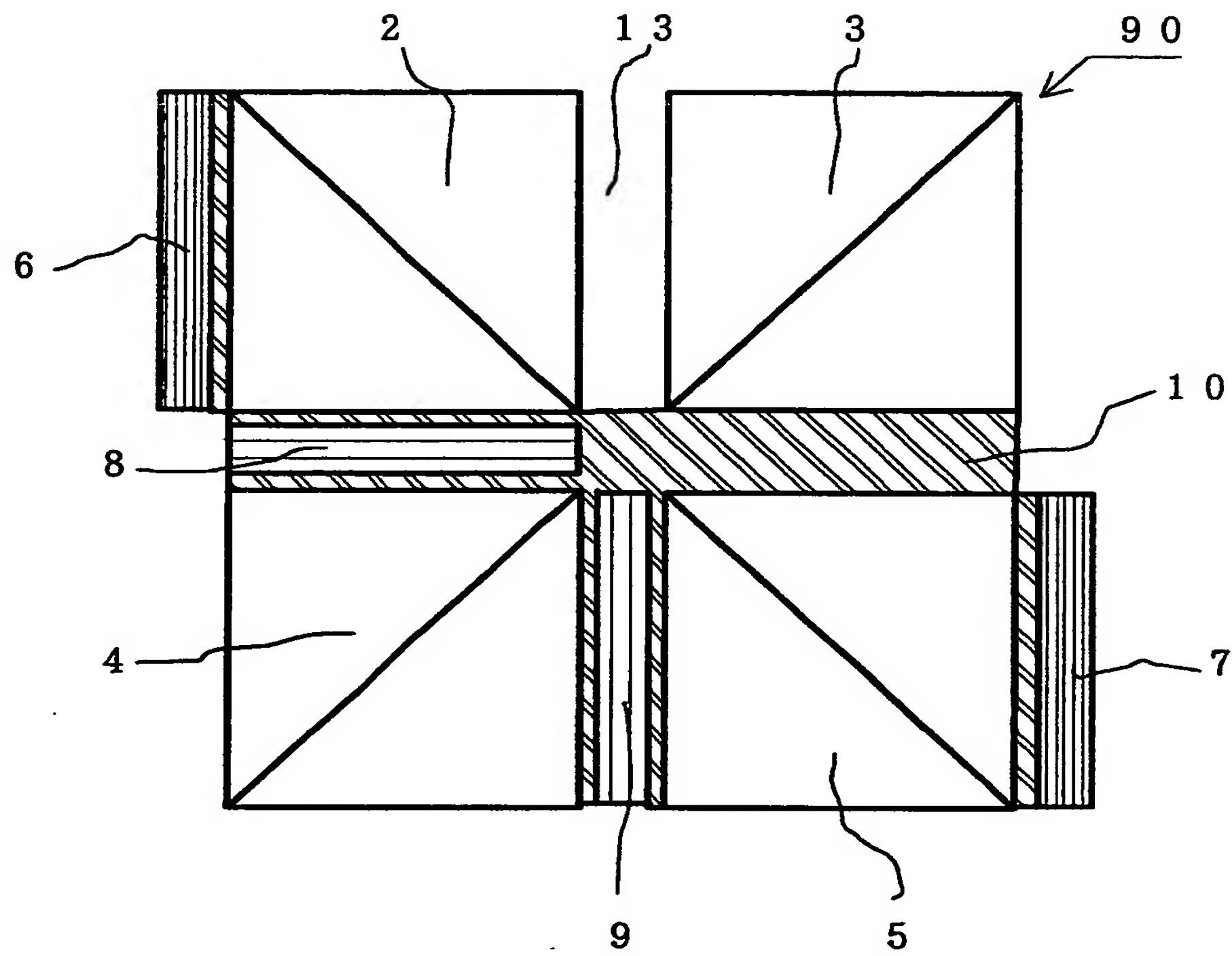
【图 7】



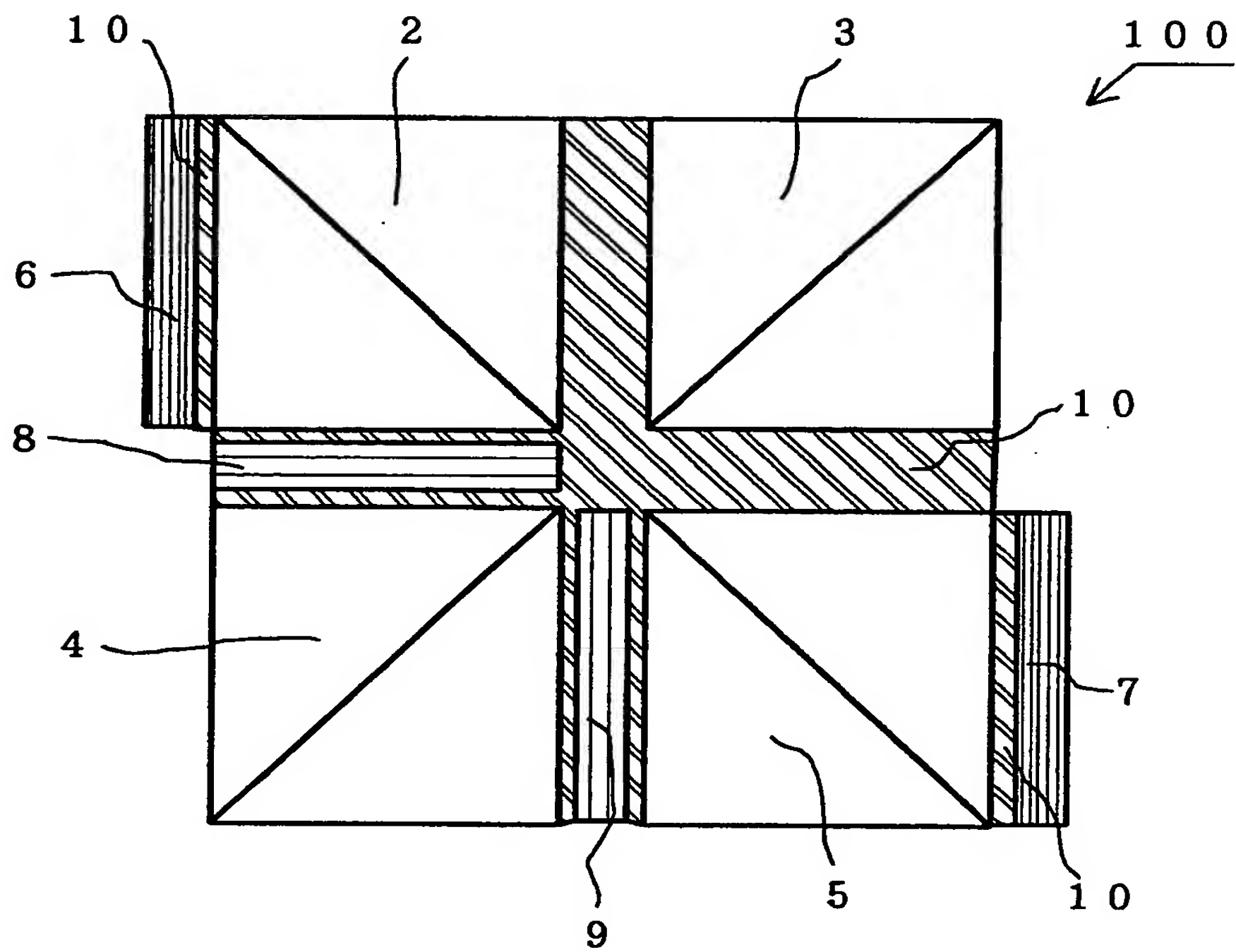
【図 8】



【図9】



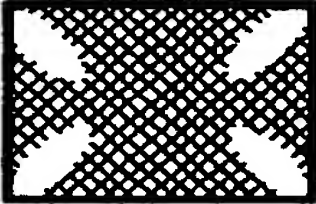
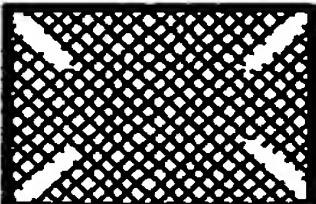
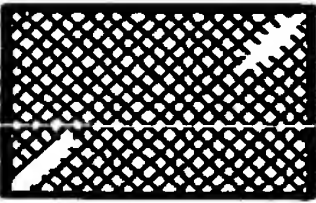
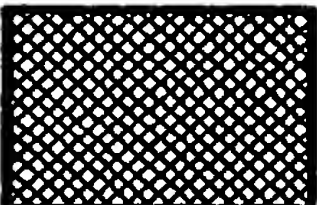
【図 1 0】



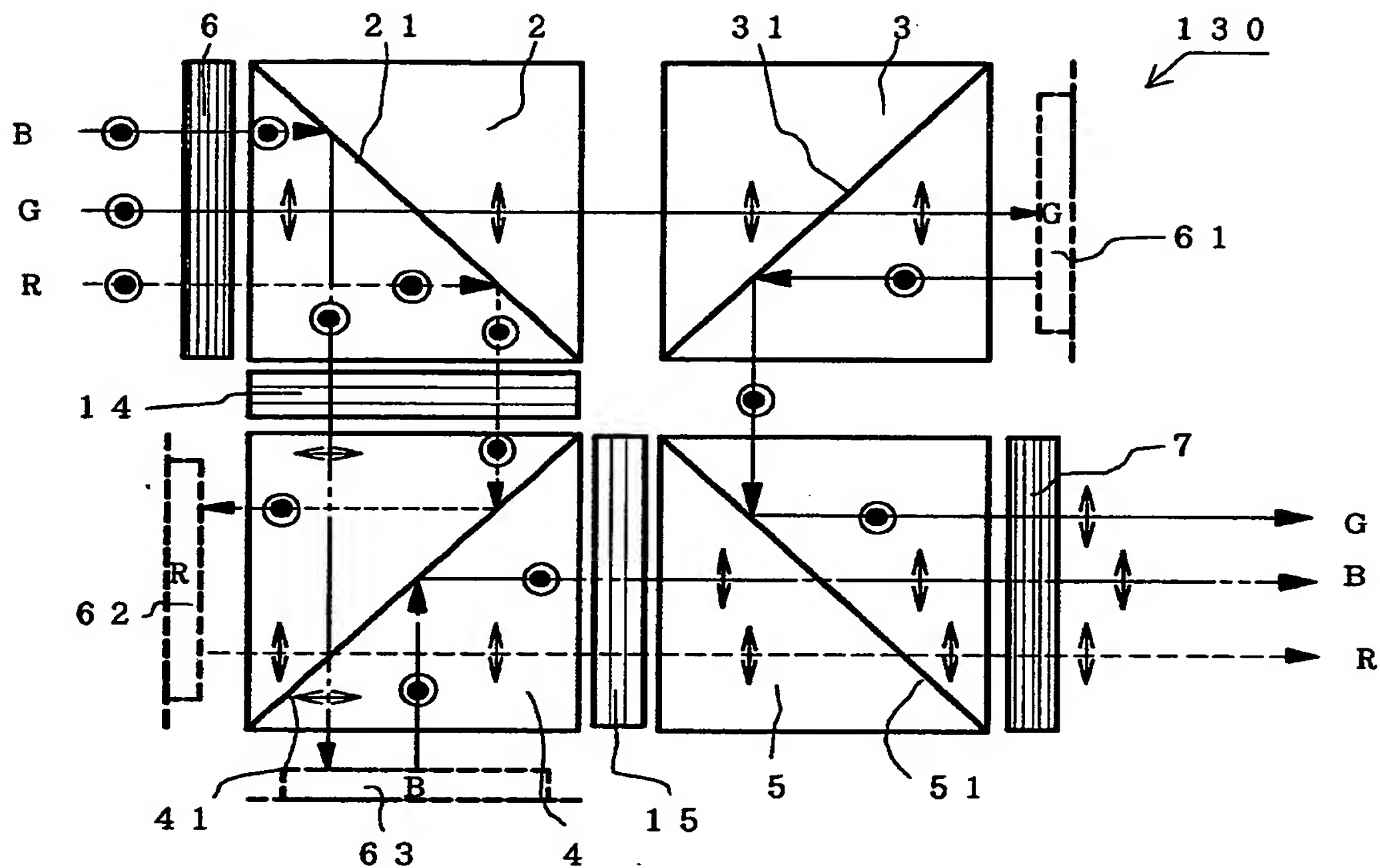
【図 1 1】

光源	実験例	偏光ビームスプリッター光弾性定数 ($10^{-8} \text{ cm}^2/\text{N}$)				評価結果
		第 1	第 2	第 3	第 4	
100 W	実験例 1	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	△
	実験例 2	1.8(SF1)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	○
	実験例 3	1.36(SF4)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	◎
150 W	実験例 4	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	2.77(BK7)	×
	実験例 5	1.8(SF1)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	2.77(BK7)	△
	実験例 6	1.36(SF4)	1.36(SF4)	1.36(SF4)	2.77(BK7)	○
	実験例 7	1.36(SF4)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	2.77(BK7)	○
	実験例 8	0.65(PBH6W)	2.62(SF2)	2.62(SF2)	2.62(SF2)	○
	実験例 9	0.65(PBH6W)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	2.62(SF2)	◎
200 W	実験例 10	1.8(SF1)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	×
	実験例 11	0.65(PBH6W)	2.62(SF2)	2.62(SF2)	2.62(SF2)	△
	実験例 12	0.65(PBH6W)	1.8(SF1)	1.8(SF1)	2.62(SF2)	○
	実験例 13	0.65(PBH6W)	0.65(PBH6W)	0.65(PBH6W)	2.62(SF2)	◎
	実験例 14	0.03(PBH55)	0.65(PBH6W)	0.65(PBH6W)	0.65(PBH6W)	◎
	実験例 15	0.03(PBH55)	0.03(PBH55)	0.03(PBH55)	2.62(SF2)	◎

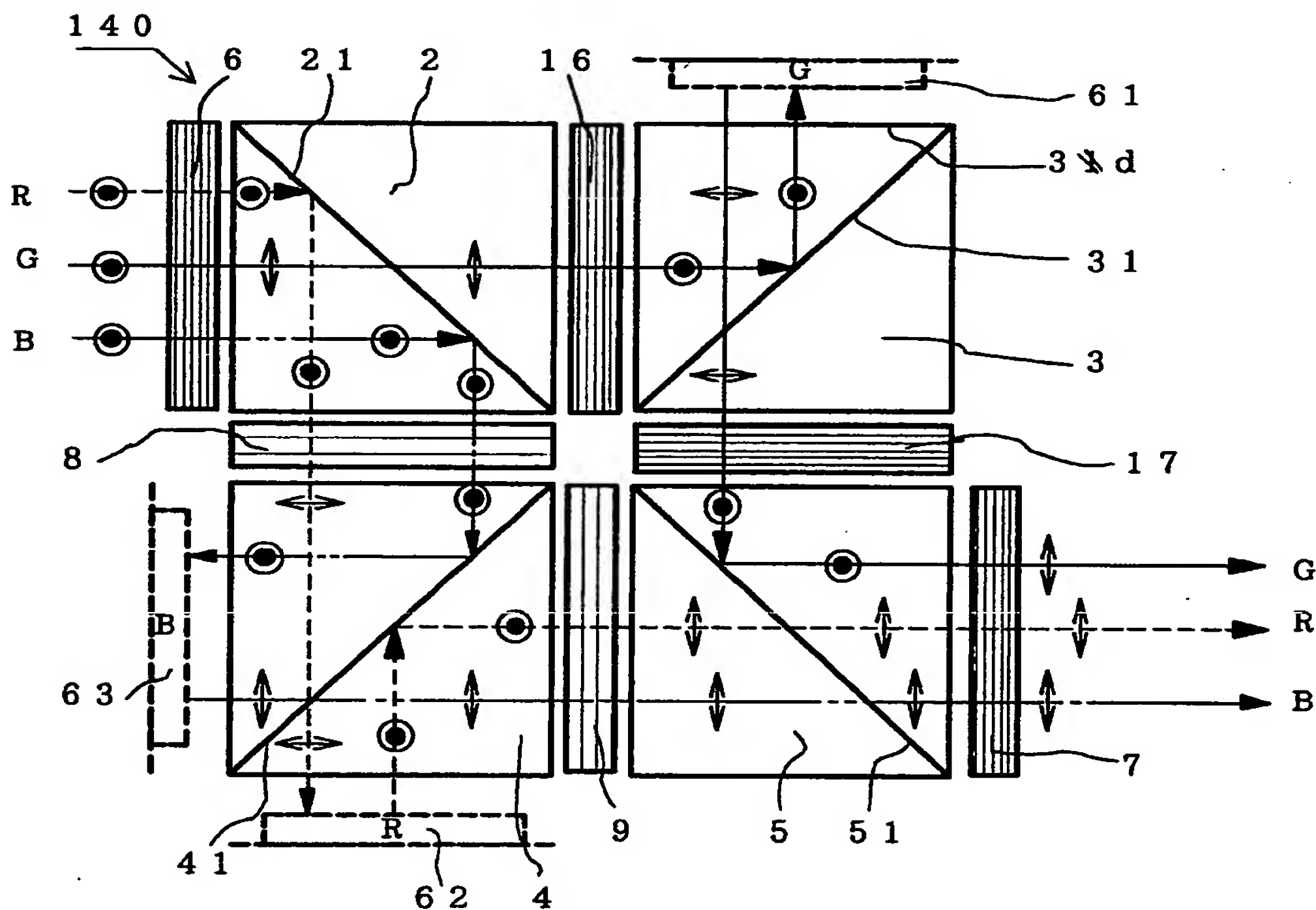
【図 1 2】

	(判定)	(評価基準)
	×	複屈折の影響が明瞭に現れ実用に耐え得ない
	△	廉価な投射表示装置には適用可能
	○	気を付けて観察すれば複屈折の影響が確認される
	◎	複屈折の影響が確認されない

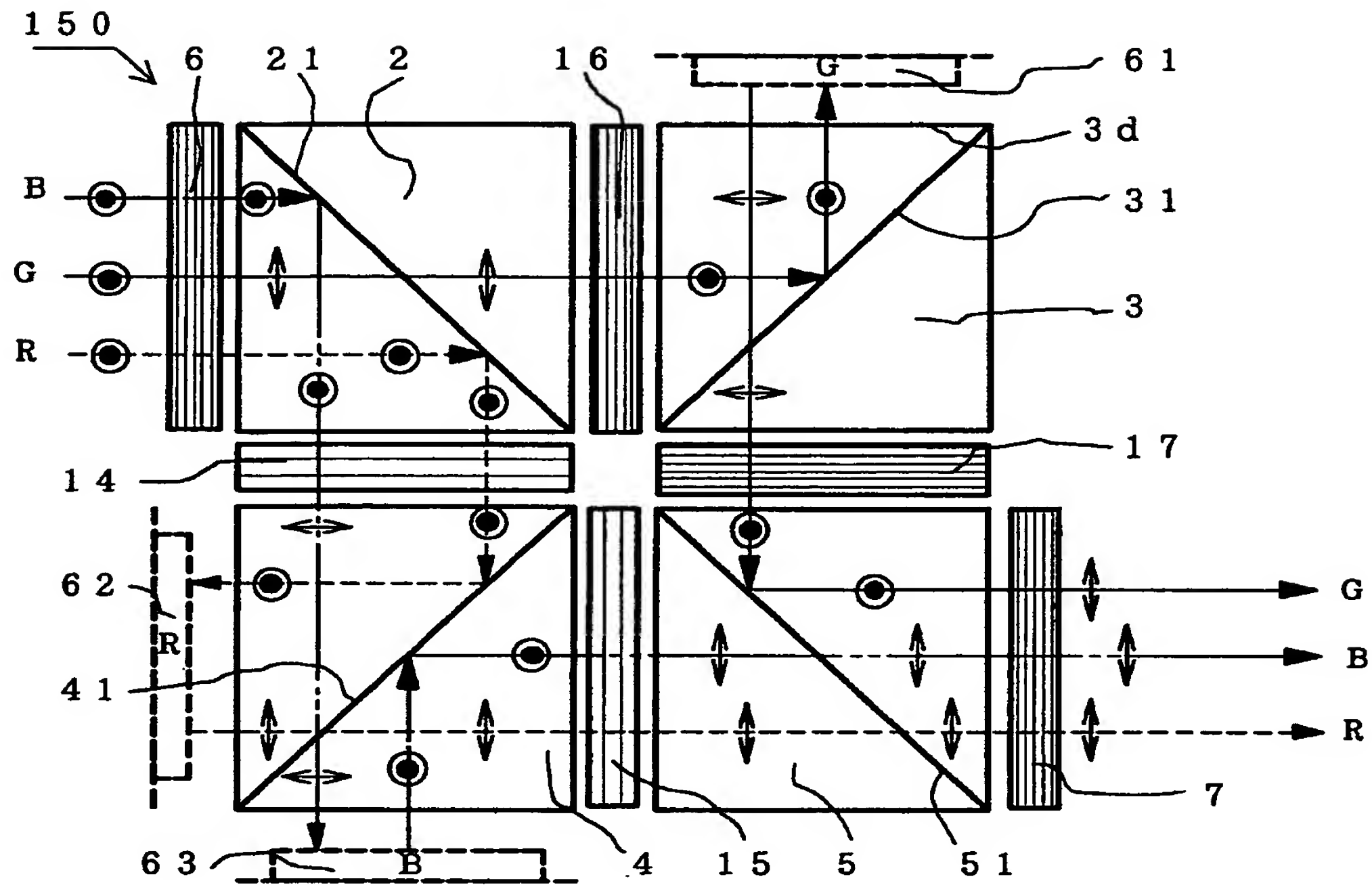
【図 13】



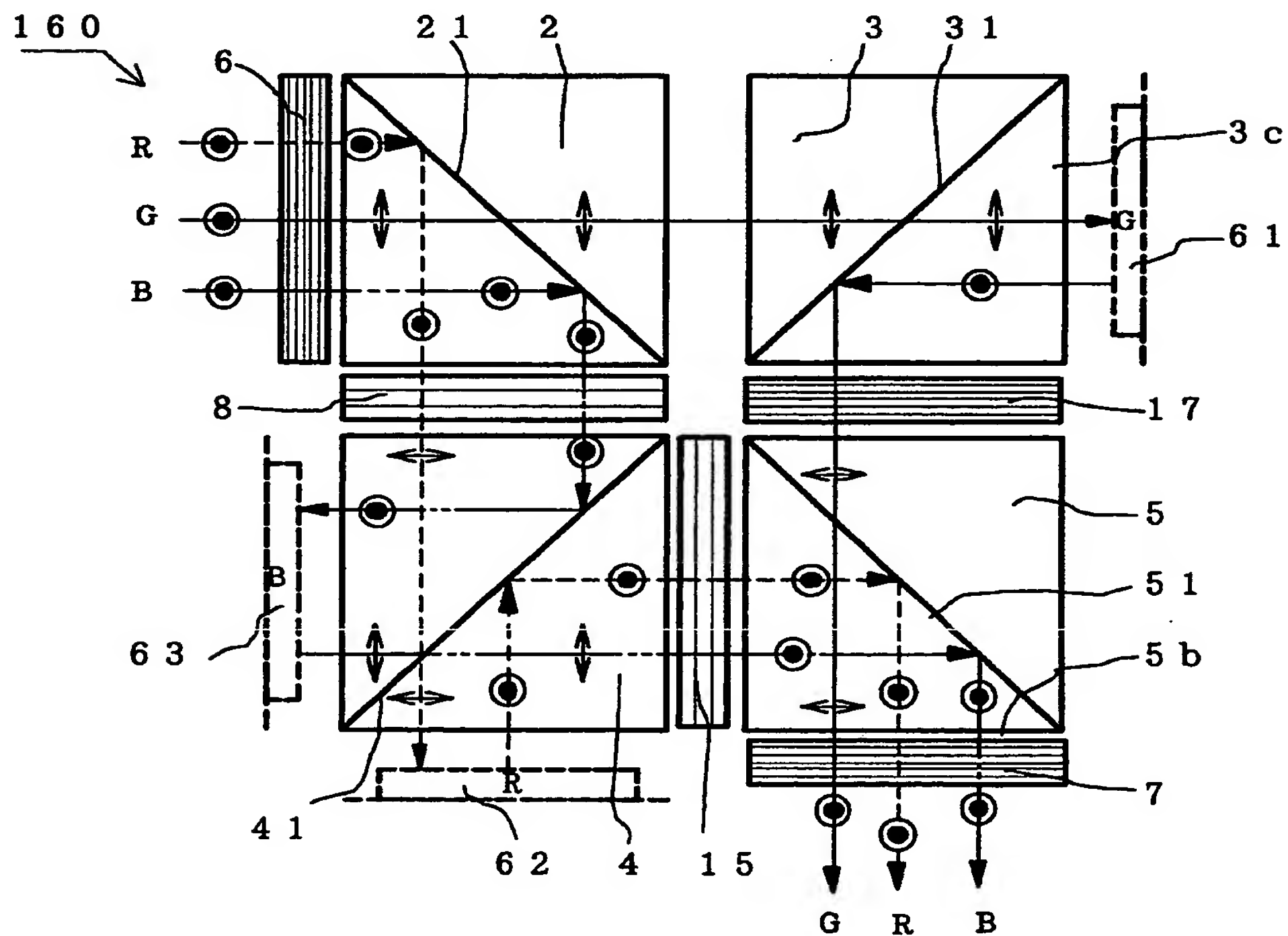
【図 14】



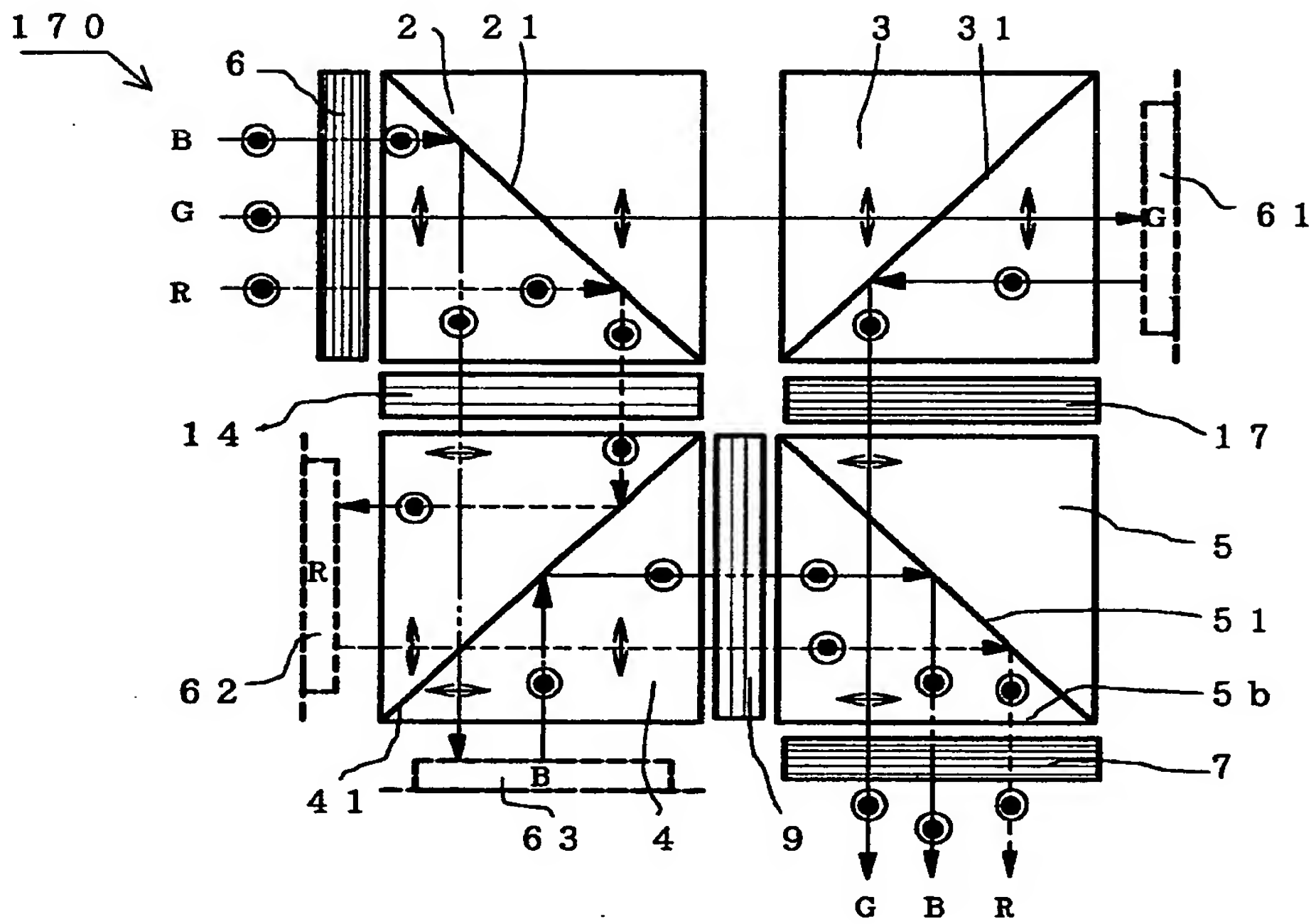
【図 15】



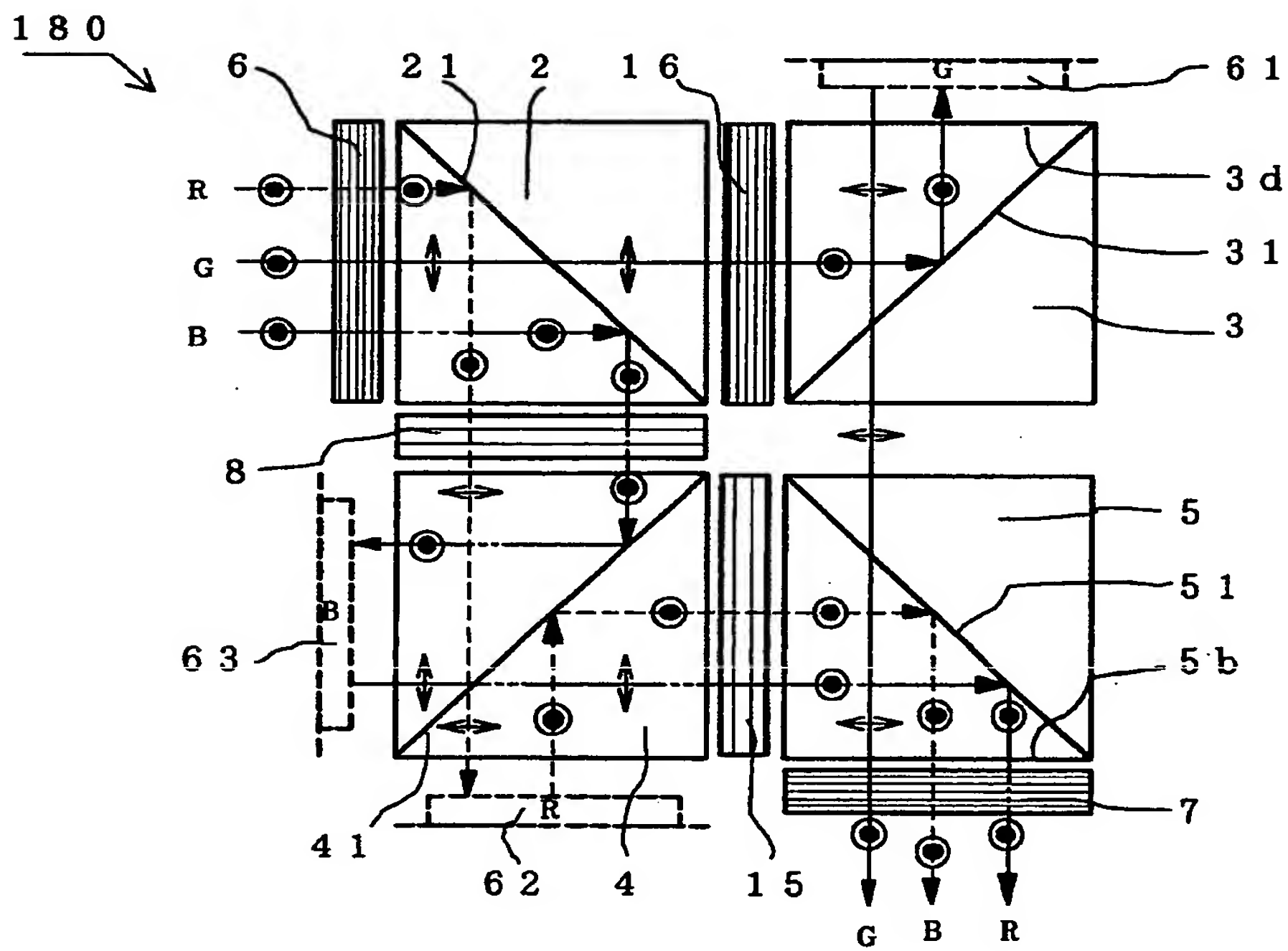
【図 16】



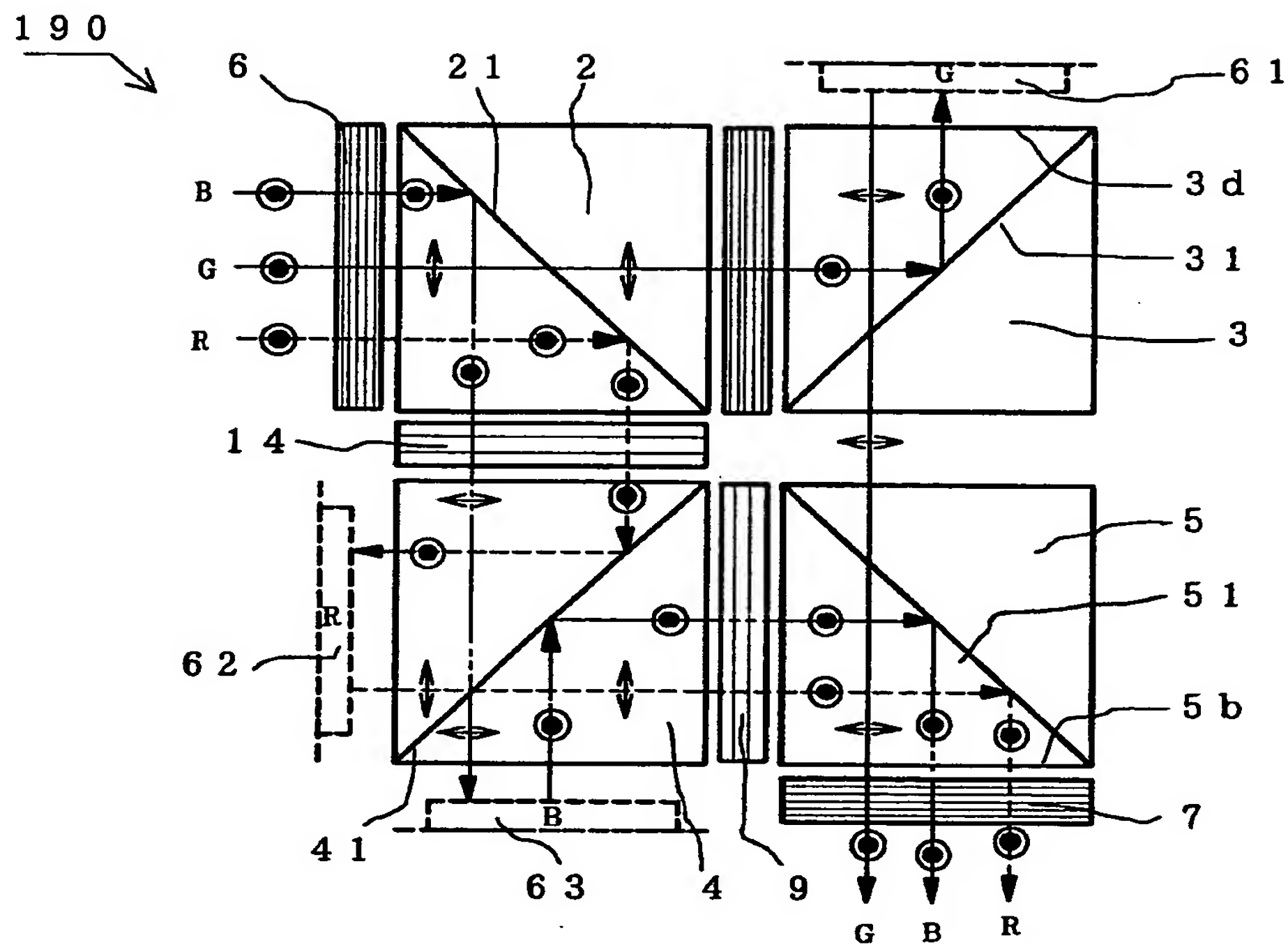
【図17】



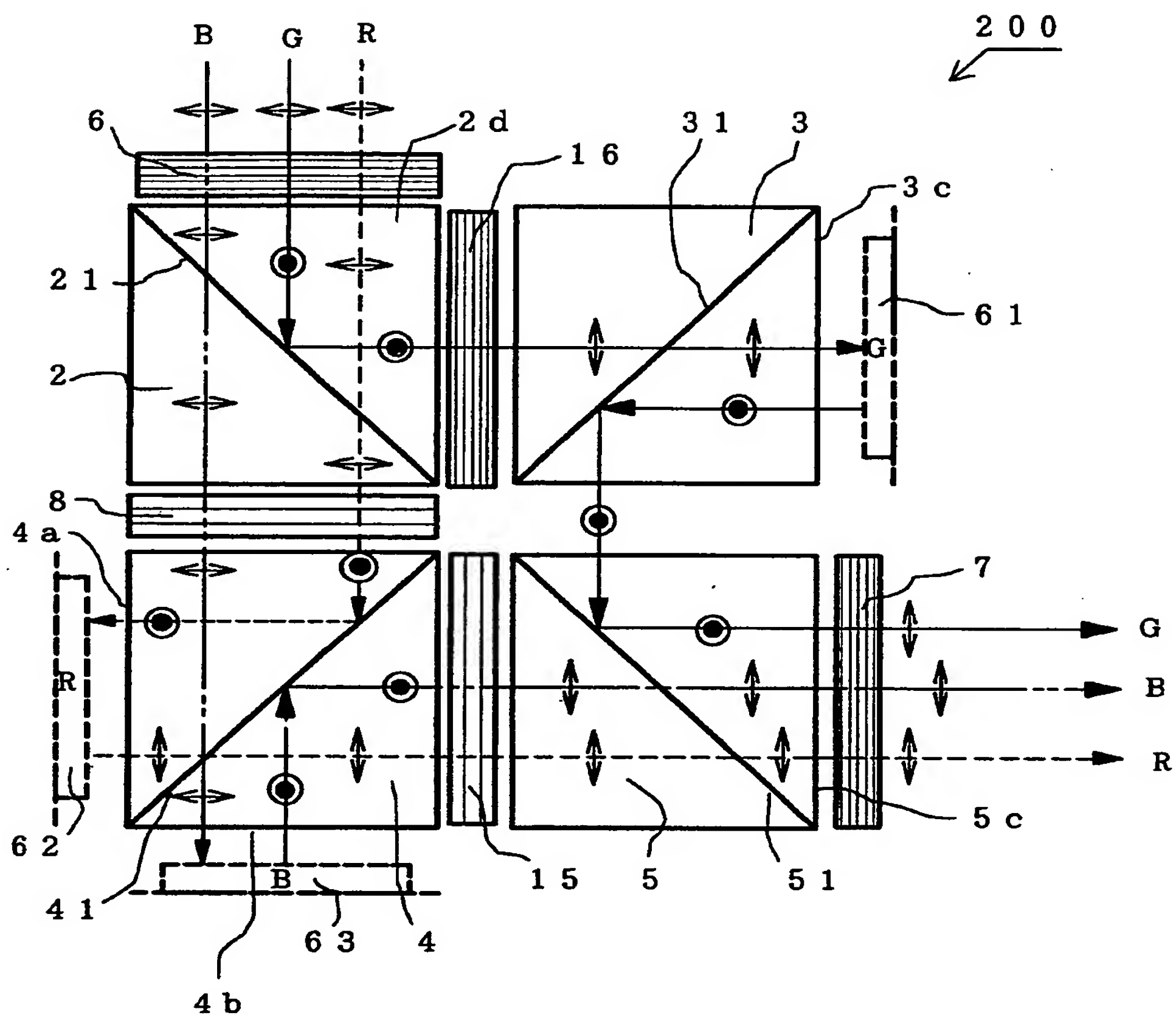
【図18】



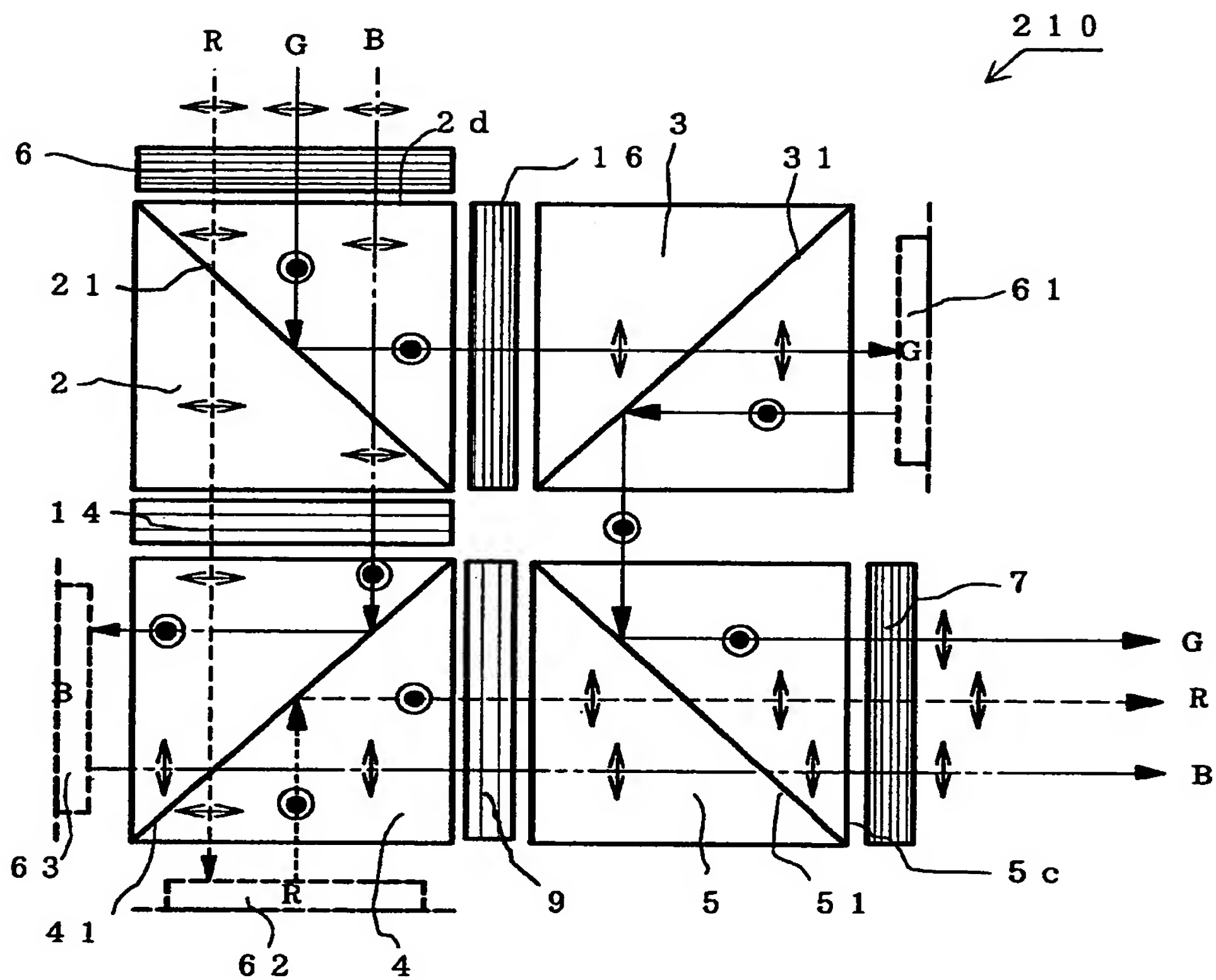
【図 1 9】



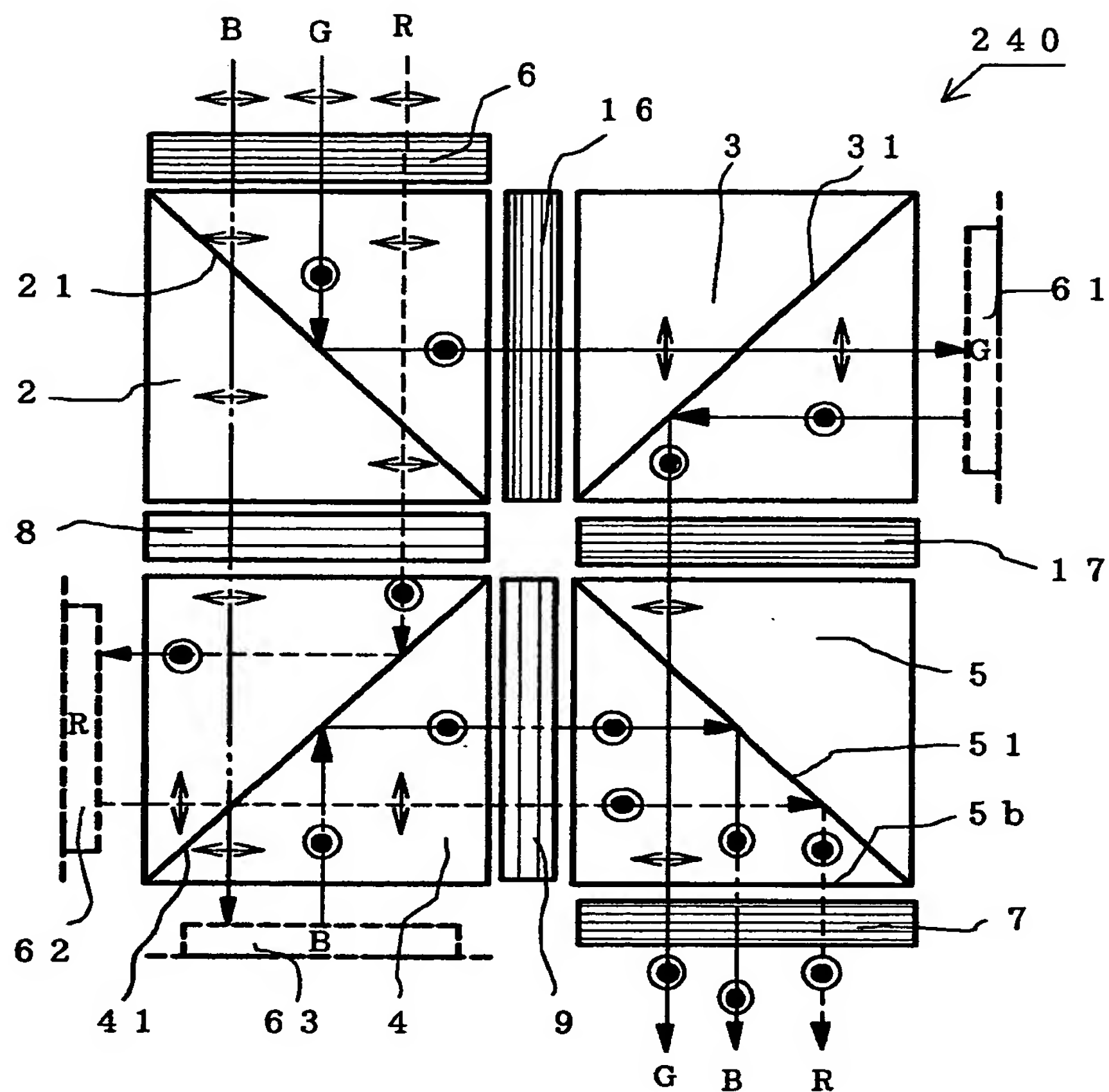
【図20】



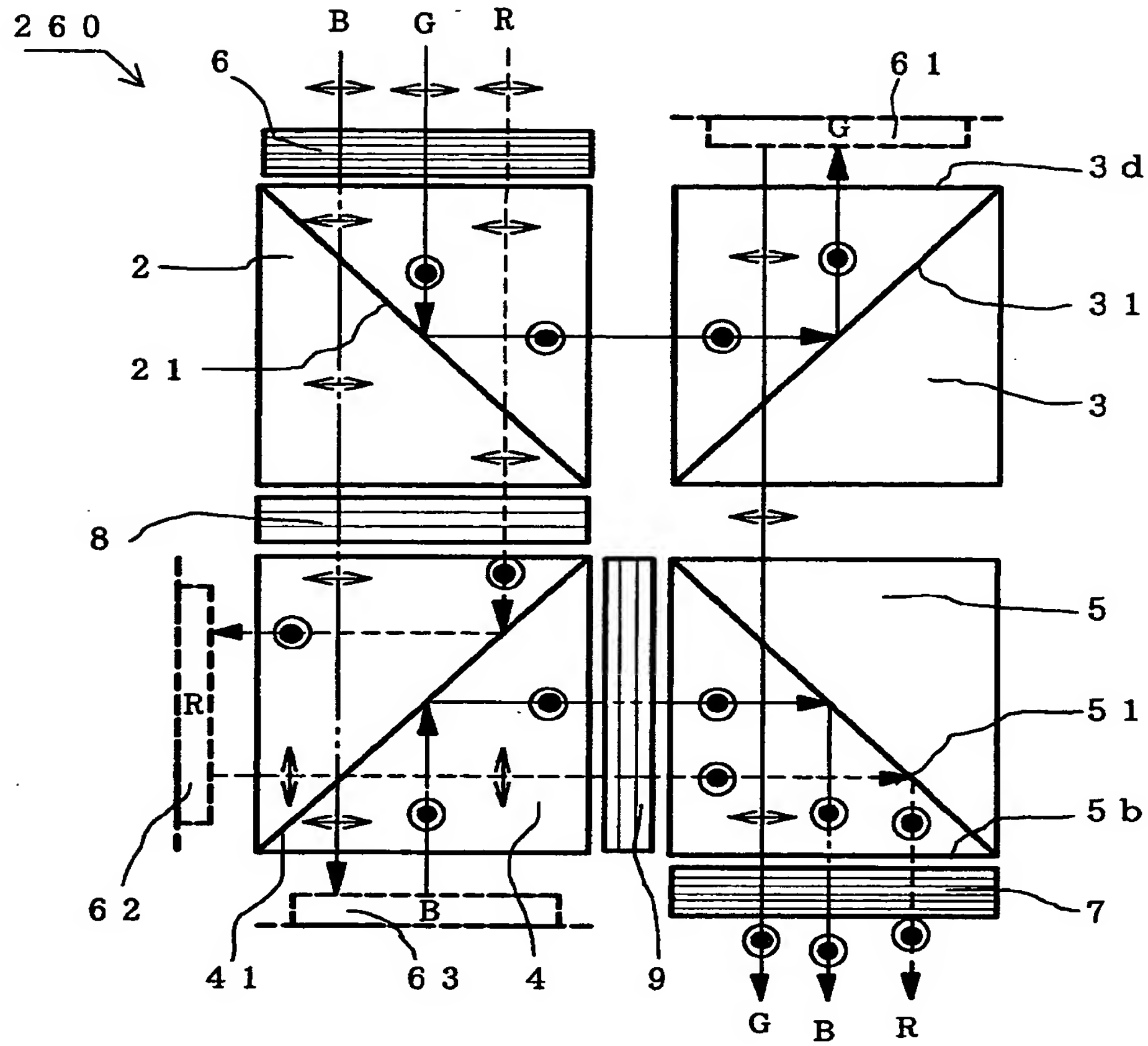
【図 21】



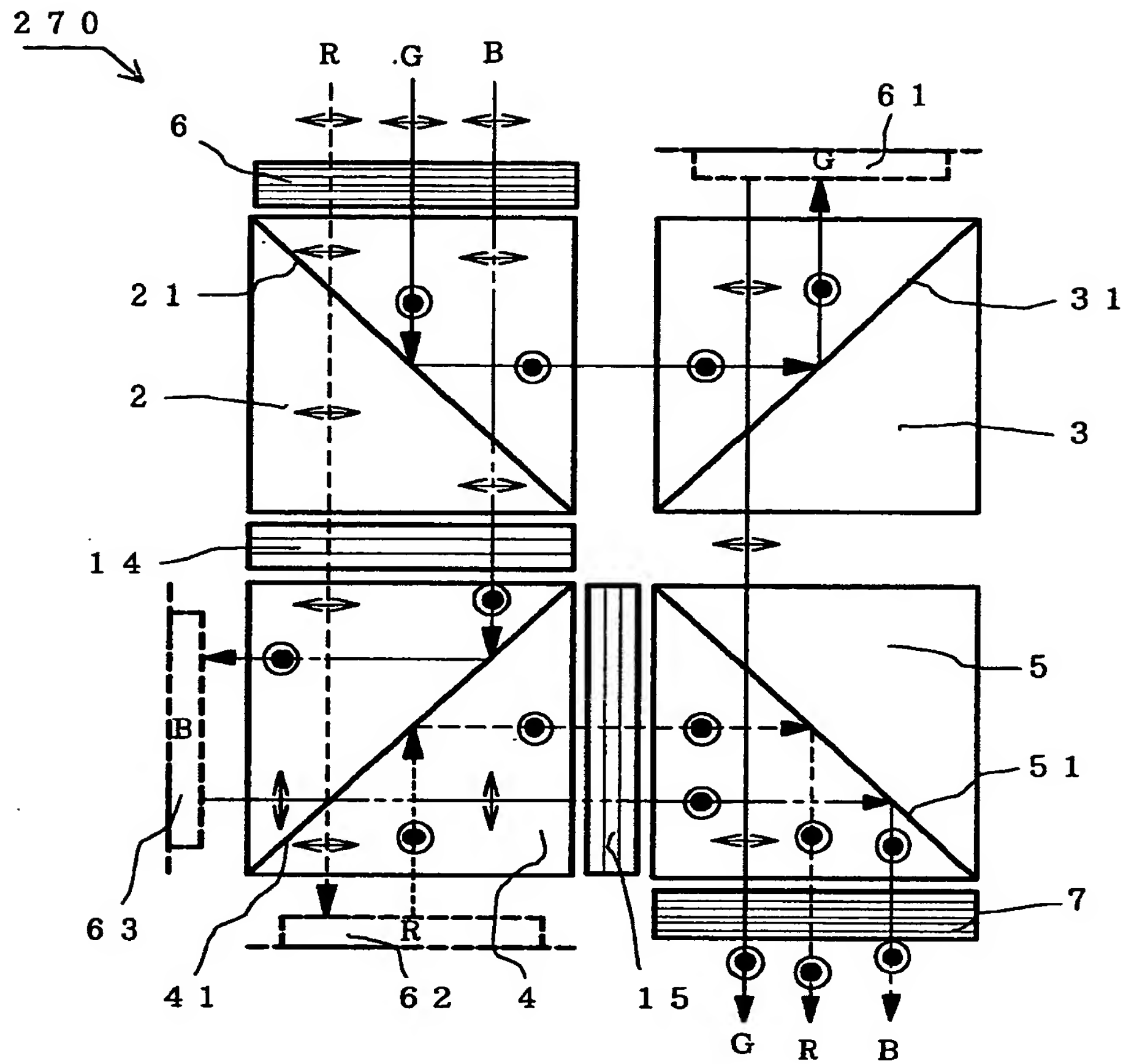
【図 24】



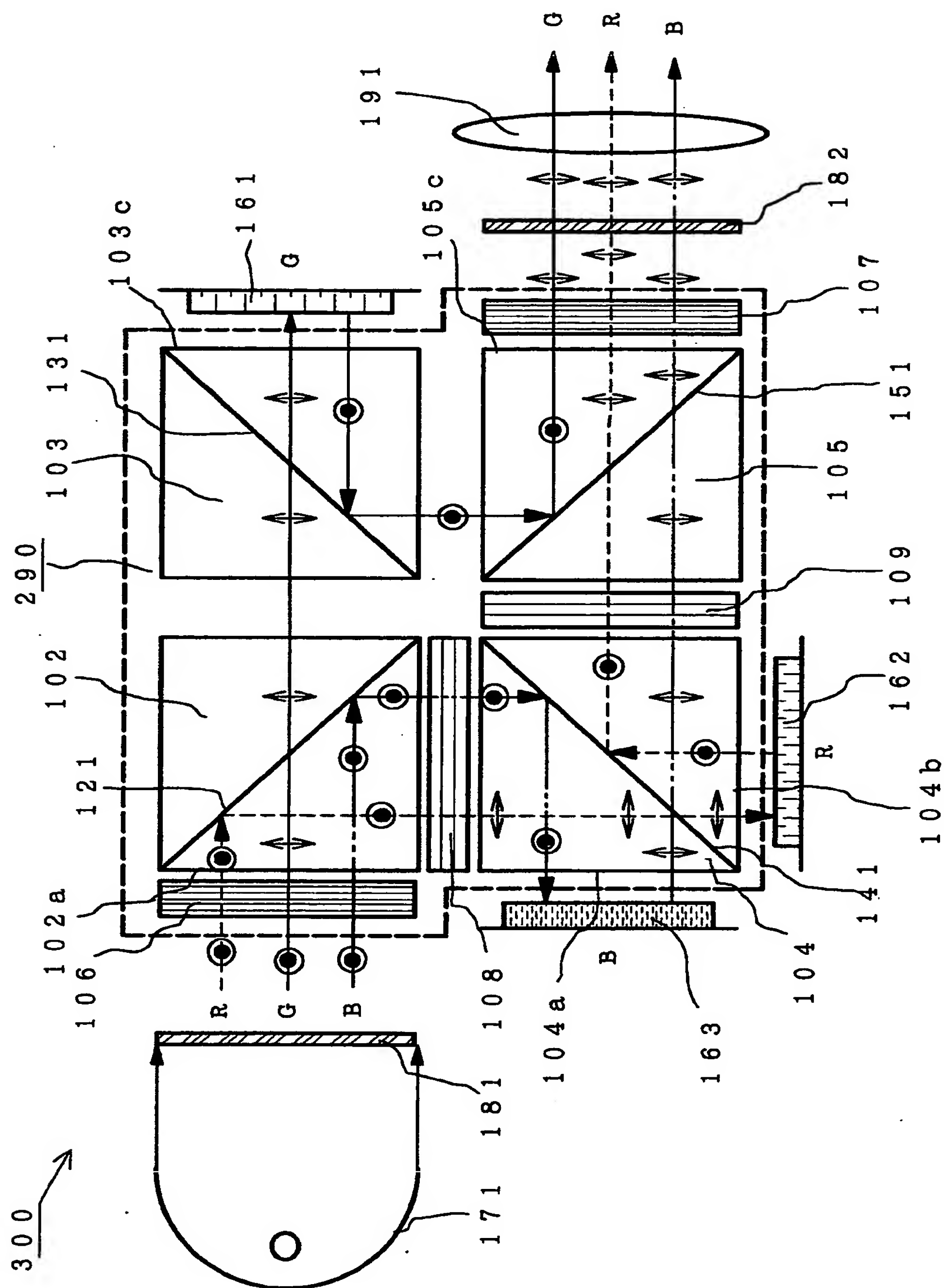
【図 2 6】



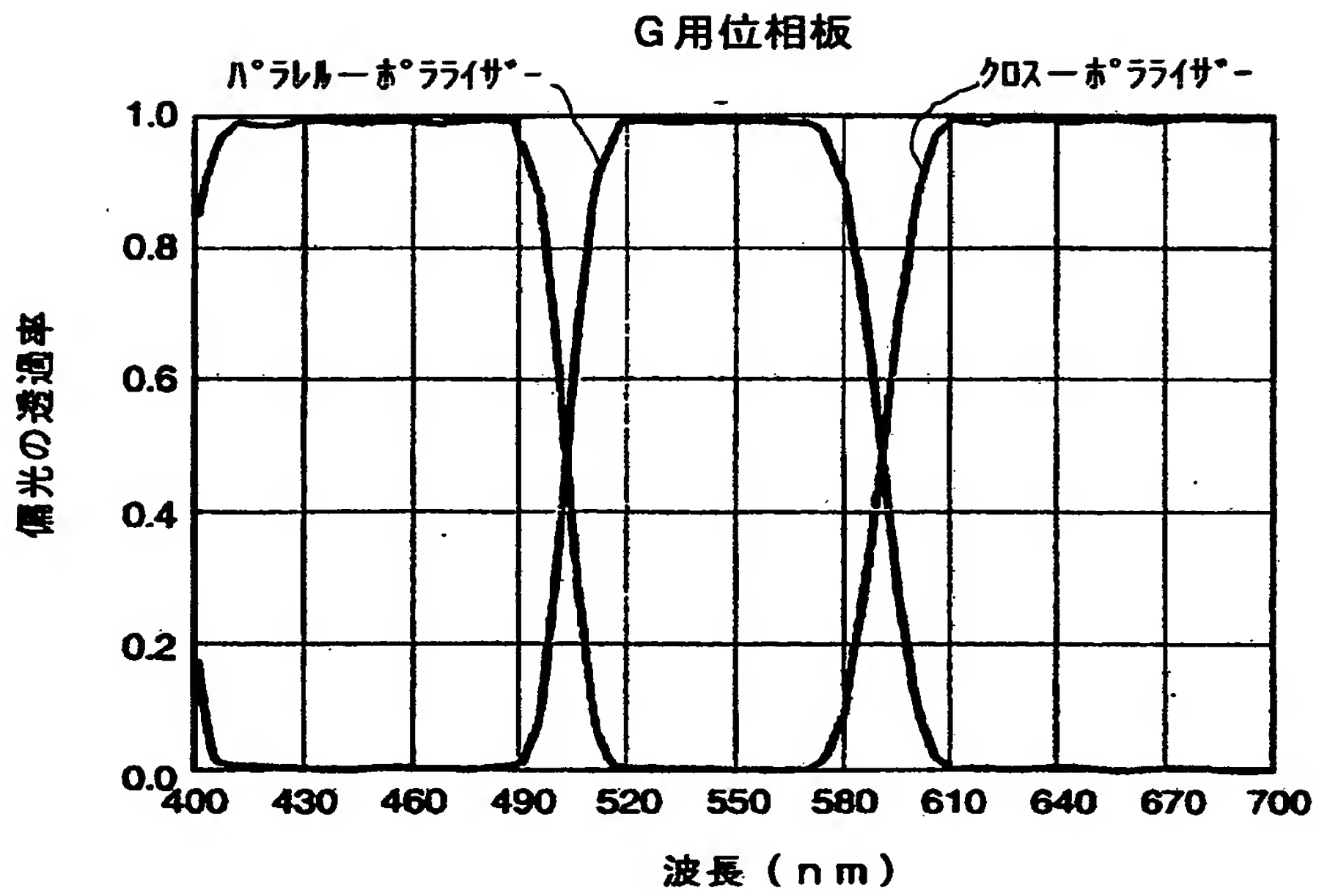
【図 27】



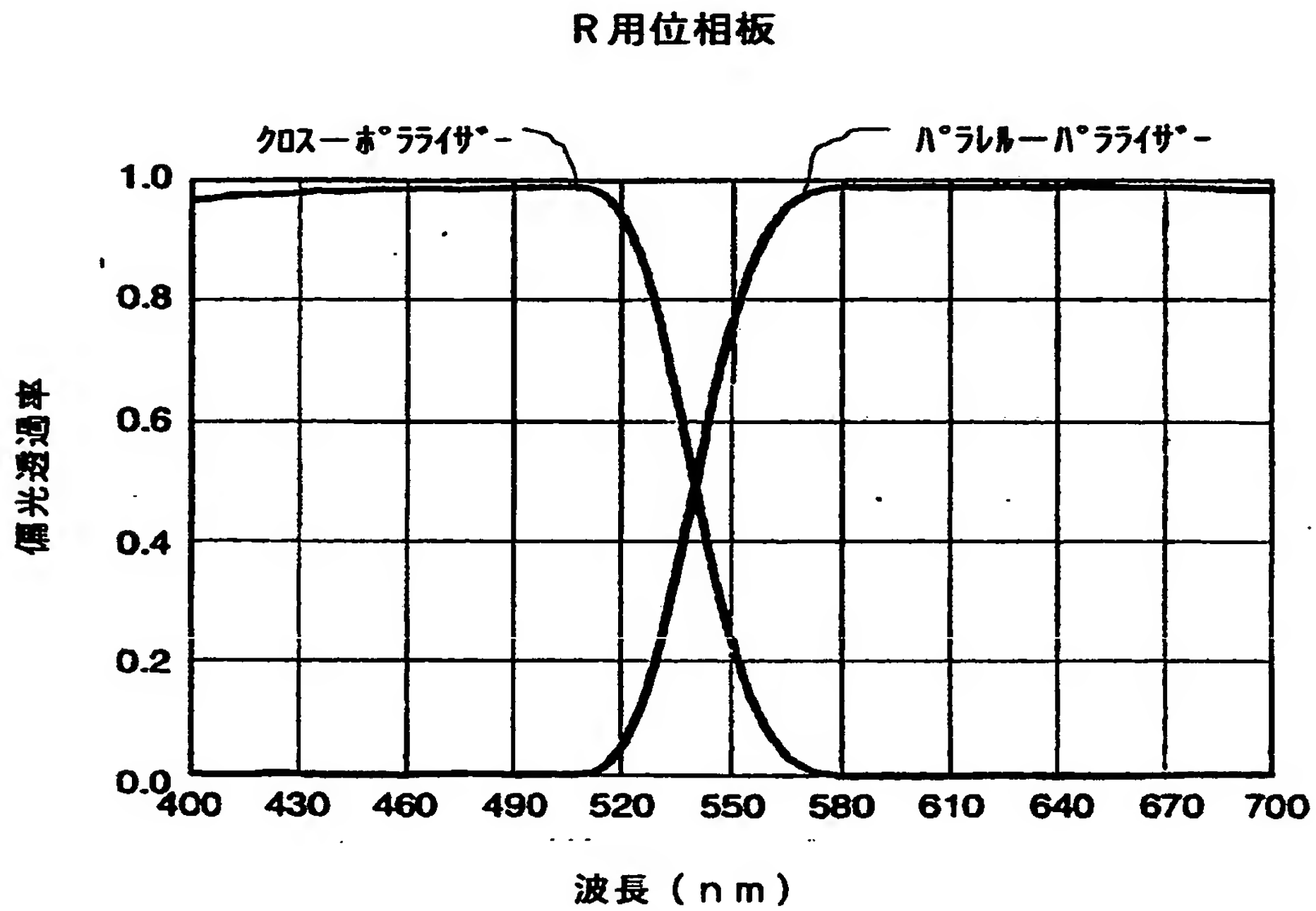
【图 28】



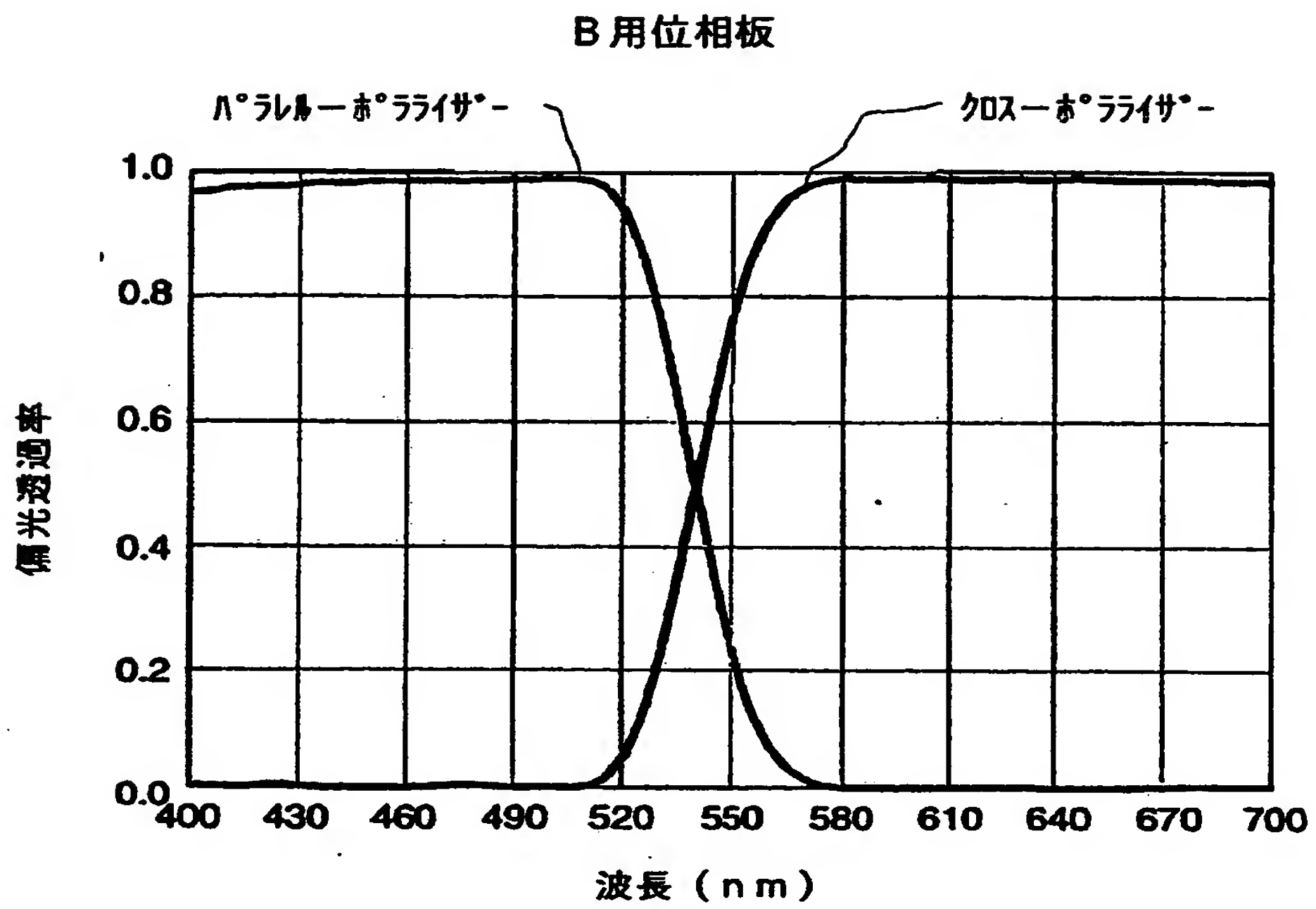
【図 2 9】



【図 3 0】



【図 3 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 偏光ビームスプリッターの複屈折を抑制し、反射型投射表示装置に好適な廉価で信頼性に優れた色分解合成光学系を提供する。

【解決手段】 対角方向に形成された偏光分離面がX字状になるように配置された偏光ビームスプリッター2、3、4、5と、偏光ビームスプリッター2と偏光ビームスプリッター5とが対角、かつ偏光ビームスプリッター2が光入射側、偏光ビームスプリッター5が光出射側に配置される時、偏光ビームスプリッター2の光入射側、偏光ビームスプリッター5の光出射側及び偏光ビームスプリッター2、3、4、5の互いに直交する内側対向面のうち、2つ以上の内側対向面の間に配置された波長選択性変換手段6、7、8、9とからなり、いずれか3つの偏光ビームスプリッター3、4、5と波長選択性変換手段8、9を接合して一体化した光学部材11と残りの偏光ビームスプリッター2の間に空隙を設けた。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 3 2 9]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名 日本ビクター株式会社